

OPTICAL FIBER FIXING MEMBER AND METHOD OF PRODUCTION THEREOF

Patent number: WO9715850
Publication date: 1997-05-01
Inventor: HIROTA SHINICHIRO (JP); UNO KEN (JP); YAMASHITA TERUO (JP);
YOKOO YOSHIATSU (JP); YOSHIDA MASAHIRO (JP)
Applicant: HIROTA SHINICHIRO (JP); HOYA CORP (JP); UNO KEN (JP);
YAMASHITA TERUO (JP); YOKOO YOSHIATSU (JP); HOYA PRECISION
INC (JP); YOSHIDA MASAHIRO (JP)
Classification:
- international: G02B6/24; G02B6/40; C03B11/00; C03B37/15; C03C13/14
- european: C03B11/08; C03B11/08B; C03B23/00C; G02B6/36; G02B6/38D6D4B;
G02B6/38D6N
Application number: WO1996JP03120 19961025
Priority number(s): JP19950281013 19951027; JP19960228881 19960829

Also published as:

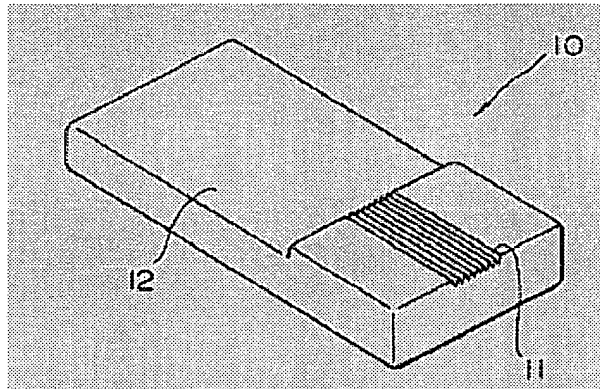
EP0860720 (A1)
US6240235 (B1)
EP0860720 (A4)

Cited documents:

JP62226827
JP8059281
JP2256009
JP4336509
JP6094944
more >>

Abstract of WO9715850

A method of producing a device for fixing optical fibers, comprising the steps of disposing a glass shaping pre-form having the shape similar to the shape of a product as viewed on the plane and having the shape which describes the flat surface or an outward curved surface when positioned in a pressing direction at the time of press molding, inside a mold having a cavity of a predetermined shape; and heating the glass shaping pre-form to a moldable temperature so as to form at least one ridge comprising a free surface. This method eliminates the drawbacks of such a device machined in the prior art that the production cost is high and mass-production is difficult.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY



再公表特許(A1)

(11)国際公開番号

NP-1436W



WO 97/15850

(43)国際公開日 平成9年(1997)5月1日

発行日 平成11年(1999)1月26日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 2 B 6/24

6/40

C 0 3 B 11/00

37/15

C 0 3 C 13/14

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全131頁)

出願番号 特願平9-516483
 (21)国際出願番号 PCT/J P 9 6 / 0 3 1 2 0
 (22)国際出願日 平成8年(1996)10月25日
 (31)優先権主張番号 特願平7-281013
 (32)優先日 平7(1995)10月27日
 (33)優先権主張国 日本(JP)
 (31)優先権主張番号 特願平8-228881
 (32)優先日 平8(1996)8月29日
 (33)優先権主張国 日本(JP)
 (81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, L U, MC, NL, PT, SE), AU, CA, CN, J P, KR, US

(71)出願人 ホーヤ株式会社
 東京都新宿区中落合2丁目7番5号
 (71)出願人 ホーヤプレジジョン株式会社
 長野県下伊那郡高森町下市田3111番地1
 (72)発明者 宇野 賢
 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内
 (72)発明者 吉田 昌弘
 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内
 (74)代理人 弁理士 中村 静男

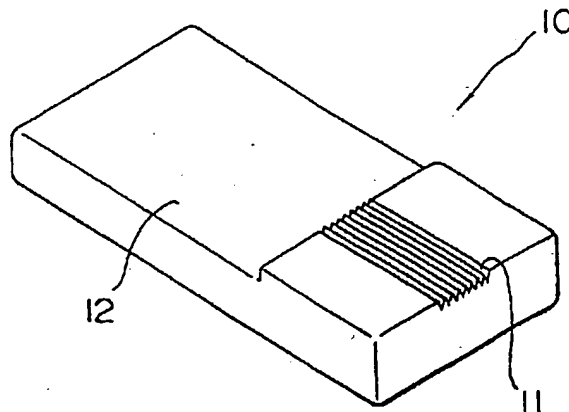
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光ファイバ固定用部材およびその製造方法

(57)【要約】

ガラス製の光ファイバ固定用部材は従来より機械加工によって製造されていたが、本発明は、機械加工によって光ファイバ固定用部材、特に光ファイバガイドブロックを製造する際に生じていた難点、すなわち、製作コストが高く、かつ、量産が難しいという難点を、所定形状のキャビティを有する成形型内に平面視上の形状が成形品の平面視上の形状と近似し、加圧成形時の加圧方向に位置する面が平面かまたは外側に凸の曲面を呈するガラス成形予備体を配置し、該ガラス成形予備体をモールド成形することが可能な温度まで加熱して、自由表面からなる稜が少なくとも1つ形成されるようにして光ファイバ固定用部材を製造することによって解決したものである。

第2図



【特許請求の範囲】

1. 自由表面からなる壁を少なくとも1つ有する薄板状のガラス製モールド成形品からなり、光ファイバ同士または光ファイバと光学素子とを光接続するために光ファイバを固定する光ファイバアレイの構成部品として使用されることを特徴とする光ファイバ固定用部材。
2. 光ファイバアレイに組み立てたときに光接続端面に位置することになる側面と、この側面向向する側面とを有し、前記光接続端面に位置することになる側面向向する側面を囲んでいる壁のうちの少なくとも1つが自由表面からなる、請求の範囲1に記載の光ファイバ固定用部材。
3. 光ファイバアレイに組み立てたときに光接続端面に位置することになる側面が、前記光ファイバアレイによって光接続しようとする光ファイバの光軸に垂直な面に対して傾斜している、請求の範囲1または請求の範囲2に記載の光ファイバ固定用部材。
4. 寸法精度が、固定しようとする光ファイバがシングルモード光ファイバのときには該光ファイバのコア径の値の $\pm 1/10$ 以内、固定しようとする光ファイバがマルチモード光ファイバのときには該光ファイバのコア径の値の $\pm 1/5$ 以内であり、形状精度が、固定しようとする光ファイバのコア径の値の $1/1$ 以内である、請求の範囲1～請求の範囲3のいずれか1項に記載の光ファイバ固定用部材。
5. $-50 \sim +100^\circ\text{C}$ における平均熱膨張係数が $70 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 以下のガラスからなる、請求の範囲1～請求の範囲4のいずれか1項に記載の光ファイバ固定用部材。
6. 波長 350nm の紫外線を 2mm 厚みで 30% 以上透過するガラスからなる、請求の範囲1～請求の範囲5のいずれか1項に記載の光ファイバ固定用部材。
7. ガラス成分として SiO_2 、 B_2O_3 および ZnO を含有するガラスからなる、請求の範囲1～請求の範囲6のいずれか1項に記載の光ファイバ固定用部材。
8. 光ファイバを固定するための光ファイバ固定用係合部を有する光ファイバガイドブロックである、請求の範囲1～請求の範囲7のいずれか1項に記載の光ファイバ固定用部材。

17. 請求の範囲13～請求の範囲15のいずれかに記載の押さえブロックと光ファイバとを具備していることを特徴とする光ファイバアレイ。
18. 光ファイバガイドブロックおよび押さえブロックの寸法精度が、固定しようとする光ファイバがシングルモード光ファイバのときには該光ファイバのコア径の値の $\pm 1/10$ 以内、固定しようとする光ファイバがマルチモード光ファイバのときには該光ファイバのコア径の値の $\pm 1/5$ 以内であり、前記光ファイバガイドブロックおよび前記押さえブロックの形状精度が、固定しようとする光ファイバのコア径の値の $1/1$ 以内である、請求の範囲16または請求の範囲17に記載の光ファイバアレイ。
19. 光ファイバガイドブロックおよび押さえブロックが、互いに係合する係合部を有する、請求の範囲16～請求の範囲18のいずれか1項に記載の光ファイバアレイ。
20. 請求の範囲16～請求の範囲19のいずれかに記載の光ファイバアレイと、この光ファイバアレイによって固定されている光ファイバに光接続された光学素子または光ファイバとを具備していることを特徴とする光モジュール。
21. 平面視上の形状が成形品の平面視上の形状と近似し、加圧成形時の加圧方向に位置する面が平面かまたは外側に凸の曲面を呈するガラス成形予備体を、所定形状のキャビティを有する成形型内に配置し、該ガラス成形予備体をモールド成形することが可能な温度まで加熱して、自由表面からなる壁を少なくとも1つ有する薄板状の成形品に加圧成形することとを特徴とする光ファイバ固定用部材の製造方法。
22. 互いに向向する少なくとも1組の内側側面を有する成形型を用い、この成形型の内側側面のうちで前記互いに向向する少なくとも1組の内側側面の各々とガラス成形予備体との間隙が均等になるようにして前記ガラス成形予備体を該成形型内に配置して加圧成形する、請求の範囲21に記載の方法。
23. 壁が曲面を呈するかまたは面取り加工されているガラス成形予備体を用いる、請求の範囲21または請求の範囲22に記載の方法。
24. 厚みが成形品の最大厚みの $1/1 \sim 1/4$ 倍であるガラス成形予備体を用いる、請求の範囲21～請求の範囲23のいずれか1項に記載の方法。

ファイバ固定用部材。

9. 被覆部によって保護されている光ファイバを前記被覆部ごと固定するための台座部を有し、該台座部の表面が光ファイバ固定用係合部の上端面よりも一段低い位置に形成されている、請求の範囲8に記載の光ファイバ固定用部材。
10. 光ファイバアレイ用の押さえブロックの所定箇所に係合する係合部を有する、請求の範囲8または請求の範囲9に記載の光ファイバ固定用部材。
11. 光ファイバアレイ同士または光ファイバアレイと光学素子との接続に使用するガイドピンに係合するガイドピン用溝状係合部を備え、このガイドピン用溝状係合部が、該ガイドピン用溝状係合部にガイドピンに係合させたときにおけるガイドピンの垂直断面の中心が光ファイバ固定用係合部に光ファイバに係合させたときにおける光ファイバの垂直断面の中心と一直線上に並ぶようにして形成されている、請求の範囲8～請求の範囲10のいずれか1項に記載の光ファイバ固定用部材。
12. 他の部分と同時に一体成形された凸形状または凹形状のアライメントマークを有する、請求の範囲8～請求の範囲11のいずれか1項に記載の光ファイバ固定用部材。
13. 光ファイバガイドブロックの光ファイバ固定用係合部に係合した光ファイバを圧迫固定するための光ファイバ用係合部および/または光ファイバガイドブロックの台座部に被覆部ごと固定された光ファイバを前記被覆部の上から圧迫固定するための被覆部用係合部を有する押さえブロックである、請求の範囲1～請求の範囲7のいずれか1項に記載の光ファイバ固定用部材。
14. 光ファイバアレイ用の光ファイバガイドブロックの所定箇所に係合する係合部を有する、請求の範囲13に記載の光ファイバ固定用部材。
15. 光ファイバアレイ同士または光ファイバアレイと光学素子との接続に使用するガイドピンに係合するガイドピン用係合部を有する、請求の範囲13または請求の範囲14に記載の光ファイバ固定用部材。
16. 請求の範囲8～請求の範囲12のいずれかに記載の光ファイバガイドブロックと光ファイバとを具備していることを特徴とする光ファイバアレイ。

25. 室温 $\sim 400^\circ\text{C}$ における平均熱膨張係数が $70 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 以下のガラスからなるガラス成形予備体を用いる、請求の範囲21～請求の範囲24のいずれか1項に記載の方法。
26. 光ファイバを固定するための光ファイバ固定用係合部を形成するための第1の成形部と、被覆部によって保護されている光ファイバを前記被覆部ごと固定するための台座部を該台座部が前記光ファイバ固定用係合部と平面視上同一の平面内に位置するように形成するための第2の成形部とを有し、前記第1の成形部および前記第2の成形部がそれぞれ別個の部材によって形成されている型を上型または下型として備えた成形型を用いる、請求の範囲21～請求の範囲25のいずれか1項に記載の方法。
27. 第1の成形部が、室温 $\sim 400^\circ\text{C}$ における平均熱膨張係数がガラス成形予備体の前記平均熱膨張係数よりも $5 \times 10^{-7}/^\circ\text{C} \sim 70 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ で小さい型材料からなり、第2の成形部の型材料が、室温 $\sim 400^\circ\text{C}$ における平均熱膨張係数がガラス成形予備体の前記平均熱膨張係数よりも $5 \times 10^{-7}/^\circ\text{C} \sim 70 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ で大きい型材料からなる型を上型または下型として備えた成形型を用いる、請求の範囲26に記載の方法。
28. 第1の成形部と第2の成形部とが固定部材によって機械的に一体化されている型を上型または下型として備えた成形型を用いる、請求の範囲26または請求の範囲27に記載の方法。
29. 室温 $\sim 400^\circ\text{C}$ における平均熱膨張係数がガラス成形予備体の前記平均熱膨張係数よりも $5 \times 10^{-7}/^\circ\text{C} \sim 70 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ で小さい型材料によって形成された胴型と、この胴型と組み合わせられて使用される上型および下型とからなる成形型を用いる、請求の範囲26～請求の範囲28のいずれか1項に記載の方法。
30. 光ファイバを固定するための光ファイバ固定用係合部を形成するための第1の成形部と、被覆部によって保護されている光ファイバを前記被覆部ごと固定するための台座部を該台座部が前記光ファイバ固定用係合部と平面視上同一の平面内に位置するように形成するための第2の成形部とを有し、前記第1の成形部および前記第2の成形部がそれぞれ別個の部材によって形成されており、

かつ、これら別個の部材同士が固定部材によって機械的に一体化されている型を上型または下型として備えていることを特徴とする、ガラス製の光ファイバガイドブロックをモールド成形するための成形型。

31. 光ファイバ同士または光ファイバと光学素子とを光接続するために光ファイバを固定する光ファイバアレイの構成部品として使用されるガラス製モールド成形品からなり、

前記ガラスが、ガラス成分として SiO_2 を1~30wt%、 B_2O_3 を15~40wt%、 ZnO を40~60wt%（但し40wt%は含まない。）、 MgO を0~15wt%、 CaO を0~10wt%、 SrO を0~10wt%、 BaO を0~10wt%、 PbO を0~20wt%含有し、 ZnO 、 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO および PbO の含量が40~60wt%（但し40wt%は含まない。）であり、さらに、 Al_2O_3 を0~10wt%（但し0wt%は含まない。）含有し、前記ガラス成分の含量が75wt%以上のものであることを特徴とする光ファイバ固定用部材。

32. 請求の範囲31に記載の光ファイバ固定用部材と光ファイバとを具備していることを特徴とする光ファイバアレイ。

33. 請求の範囲32に記載の光ファイバアレイと、この光ファイバアレイによって固定されている光ファイバに光接続された光学素子または光ファイバとを具備していることを特徴とする光モジュール。

34. 自由表面からなる稜を少なくとも1つ有するガラス製モールド成形品からなることを特徴とする異形光学素子。

35. ガラス成分として SiO_2 を1~30wt%、 B_2O_3 を15~40wt%、 ZnO を40~60wt%（但し40wt%は含まない。）、 MgO を0~15wt%、 CaO を0~10wt%、 SrO を0~10wt%、 BaO を0~10wt%、 PbO を0~20wt%含有し、 ZnO 、 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO および PbO の含量が40~60wt%（但し40wt%は含まない。）であり、さらに、 Al_2O_3 を0~10wt%（但し0wt%は含まない。）含有し、前記ガラス成分の含量が75wt%以上であるガラスからなる、請求の範囲34に記載の異形光学素子。

樹脂等からなる被覆部によって保護してなるテープファイバを固定するための光ファイバアレイが開示されている。第26図に示すように、同公報に開示されている光ファイバアレイ200は、テープファイバ201から繰出させた光ファイバ202を固定するための光ファイバ固定用係合部としてのV溝203が所定本数形成されている薄板状の光ファイバガイドブロック204と、前記のV溝203に係合した光ファイバ202を圧迫固定するための薄板状の光ファイバ用押さえブロック205とを備えている。この光ファイバアレイ200を構成している光ファイバガイドブロック204は、上記のV溝203の他に、テープファイバ201における被覆部206を固定するための台座部207を有しており、この台座部207はV溝203よりも一段低いところに形成されている。また、この光ファイバアレイ200は、上記の台座部207に固定された上記の被覆部206を圧迫固定するために、所定断面形状の被覆部用押さえブロック208を備えている。

光コネクタや光ファイバアレイ等の光ファイバ固定具によって固定した光ファイバ同士または光ファイバ固定具によって固定した光ファイバと光学素子とを前記のような高いアライメント精度の下に光接続するにあたっては、従来より精密ステージを用いたアクティブアライメントが適用されている。このアクティブアライメントは、例えば光ファイバアレイによって固定した光ファイバ同士の場合、次のようにして行われる。

まず、光ファイバを固定した一方の光ファイバアレイ（以下「光ファイバアレイA」という。）を精密ステージ上のホルダーに固定し、光ファイバを固定した他方の光ファイバアレイ（以下「光ファイバアレイB」という。）を精密ステージ上のもう1台のホルダーに固定する。次いで、例えば光ファイバアレイAにおける光接続側端面（光ファイバアレイの側面のうち当該光ファイバアレイを他の光ファイバアレイあるいは光学素子に接続する側に位置している側面。以下同じ。）とは反対の側に位置している光ファイバ端から当該光ファイバアレイAによって固定されている光ファイバに光を入射させ、光ファイバアレイBにおける光接続側端面とは反対の側に位置している光ファイバ端側に光検出器を設ける。

【発明の詳細な説明】

光ファイバ固定用部材およびその製造方法

技術分野

本発明は、ガラス製の光ファイバ固定用部材およびその製造方法、並びに、前記の光ファイバ固定用部材を一構成部材とする光ファイバアレイ、この光ファイバアレイを一構成部材とする光モジュールおよびガラス製の光ファイバガイドブロックをモールド成形するための成形型として好適な成形型に関する。

背景技術

光通信に使用される光ファイバは一般にガラス製の細い繊維であり、例えば長距離光通信に用いられる石英系シングルモード光ファイバは外径10μm程度のコア部と当該コア部を被覆する外径125μmのクラッド部とによって構成されている。また、石英系マルチモード光ファイバは外径50~100μmのコア部と当該コア部を被覆する外径125μmのクラッド部とによって構成されている。したがって、光ファイバ同士を光学的に接続する（以下、「光学的に接続する」ことを「光接続」という。）際や、光ファイバと光学素子、例えば光導波路、レンズ、発光素子、受光素子等とを光接続する際には、光接続部分での接続損失を小さくするうえで高いアライメント精度が求められる。特に、石英系シングルモード光ファイバ同士の光接続の場合や、石英系シングルモード光ファイバと石英ガラス系シングルモード光導波路との光接続の場合には、±1μm程度という高いアライメント精度が求められる。

光ファイバを他の光ファイバまたは光学素子に光接続するにあたっては、当該光ファイバを予め光コネクタや光ファイバアレイ等の光ファイバ固定具によって固定する。ここで、光ファイバアレイとは、光ファイバを固定（位置決め）するための光ファイバ固定用係合部が形成されている薄板状物からなる光ファイバガイドブロックと、前記の光ファイバ固定用係合部に係合した光ファイバを圧迫固定するための薄板状物からなる押さえブロックとを少なくとも備えたものである。

例えば特開平7-5341号公報には、並列に配置した所定本数の光ファイバを

そして、精密ステージを広範囲に亘って走査させて、前記の光検出器によって光パワーが少しでも検出される位置を探していく（この段階を、以下「第1ステップ」という。）。この後、前記の光検出器による光パワーの検出値が最大になるように精密ステージを微小に走査させて、目的とする高精度のアライメントを行う（この段階を、以下「第2ステップ」という。）。

アクティブアライメントにおける上記第1ステップでの広範囲に亘る走査には長時間を要するので、高精度のアライメントを容易に行ううえからは、上記のホルダーに光ファイバ固定具を固定した段階で第1ステップが実質的に完了するようにすることが望ましい。そのためには、光ファイバ固定具における光ファイバ固定用係合部の寸法精度を高精度にすることに加え、光ファイバ固定具の底面または側面を基準として測定した光ファイバ固定用係合部の位置度精度を、当該光ファイバ固定具によって光接続しようとする光ファイバのコア径の値の1/1以内程度にまで高精度化することが望まれる。例えば、コア系が10μm程度である石英系シングルモード光ファイバ同士の光接続の場合や、石英系シングルモード光ファイバと石英ガラス系シングルモード光導波路との光接続の場合、上記の位置度精度は10μm以内であることが望ましく、この位置度精度が5μm以内であればアライメントがより容易になる。

そして、上記の位置度精度を光ファイバのコア径の値の1/10程度以内にすることによって、パッシブアライメントにより光接続することが可能になる。パッシブアライメントとは、光ファイバへの光の入射および光ファイバから出射される光の検出を行うことなく、光ファイバ固定具の底面または側面を基準面として利用して、光ファイバ固定具同士または光ファイバ固定具と光学素子との機械的な位置決めのみによってアライメントを行う方法である。

パッシブアライメントは、光ファイバ固定具の特定の面を基準面として利用して行うこと、他、光ファイバ固定具の所望箇所に高い位置度精度の下にアライメントマークを設け、このアライメントマークを利用して行うことも可能である。さらには、接続しようとする両者（光ファイバ固定具同士または光ファイバ固定具と光学素子）の所望箇所にそれぞれ高い位置度精度の下にガイドピン用係合部を設け、ガイドピンを用いてこれらの光ファイバ固定具同士または光ファイバ固

定具と光学素子と接続することによって行うことが可能である。

アライメントマークを用いてパッシブアライメントを行うためには、光ファイバ固定具における光ファイバ固定用係合部の寸法精度を高精度にすることに加えて、光ファイバ固定用係合部に対するアライメントマークの位置度精度を、当該光ファイバ固定具によって光接続使用とする光ファイバのコア径の値の $1/10$ 程度以内にすることが望まれる。また、ガイドピンを用いてパッシブアライメントを行うためには、光ファイバ固定具における光ファイバ固定用係合部の寸法精度を高精度にすることに加えて、光ファイバ固定用係合部に対するガイドピン（光ファイバ固定具に係合させた後のガイドピン）の位置度精度を、当該光ファイバ固定具によって光接続しようとする光ファイバのコア径の値の $1/10$ 程度以内にすることが望まれる。

ガイドピンを用いて光ファイバ固定具同士を接続すること自体は、従来より提案されている。例えば特開昭62-269108号公報には、ガイドピンを用いた光コネクタフェールが開示されている。第27図(a)、(b)に示すように、同公報に開示されている光コネクタフェール210にはガイドピン穴（図示せず）が形成されており、光ファイバ211を固定した後の光コネクタフェール210同士を光接続するにあたっては、一方のフェール210のガイドピン穴にガイドピン212の一端を挿入し、他方のフェール210に形成されているガイドピン穴に前記のガイドピン212の他端が挿入されるようにしてこれら2つのフェール210を接続する。ガイドピン212を用いて接続された2つのフェール210はクランプ213によって加圧固定され、その後円筒状のハウジングに収められる。

また、例えば特開平7-35958号公報には、ガイドピンを用いた光ファイバアレイが開示されている。第28図に示すように、同公報に開示されている光ファイバアレイ220は、光ファイバを固定するための光ファイバ固定用係合部としてのV溝221が所定本数形成されている光ファイバガイドブロック222と、前記のV溝221に係合した光ファイバを圧迫固定するための押さえブロック223とを備えている。光ファイバガイドブロック222および押さえブロック223の各々には、これらによって光ファイバアレイ220を組み立てたとき

度

で石英ガラス系シングルモード光導波路と石英系シングルモード光ファイバとを光接続したとしても、使用環境下での温度変化に伴って光接続部分に位置ズレが生じてアライメント精度が低下し、光接続部分での接続損失が大きくなる。したがって、石英ガラス系シングルモード光導波路の基板と光ファイバアレイとの熱膨張係数の差はできるだけ小さいことが好ましく、そのため、このような用途の光ファイバアレイの材料としては、熱膨張係数が小さいバイレックスガラスが好適に用いられている。

しかしながら、ダイシングソー、ダイヤモンド砥石等を用いた機械加工による光ファイバ固定用部材、特にガラス製の光ファイバガイドブロックの製造には、製作コストが高く、かつ、量産が難しいという難点がある。

また、ガラス製の光ファイバガイドブロックを機械加工によって製造する場合、高い寸法精度の下に光ファイバ固定用係合部を形成することは比較的容易であるが、アクティブアライメントにおける第1のステップを実質的に省略し得る程度にまで前述した光ファイバ固定用係合部の位置度精度を高めることは困難である。そして、前述した光ファイバ固定用係合部の位置度精度、光ファイバ固定用係合部に対するアライメントマークの位置度精度、または光ファイバ固定用係合部に対するガイドピンの位置度精度がパッシブアライメントが可能な程度にまで高いガラス製の光ファイバガイドブロックを機械加工によって製造することは、更に困難である。

さらに、機械加工によって製造されたガラス製の光ファイバガイドブロックの角部はナイフエッジとなっているため、当該光ファイバガイドブロックを用いた光ファイバアレイを精密ステージのホルダーに固定する際やアライメントの際、あるいは当該光ファイバガイドブロックを用いた光ファイバアレイの光接続側面を研磨する際等に、欠けを生じやすい。

ガラス製の光ファイバ固定用部材の量産化にあたっては、球状またはマール状のガラス成形予備体と所定の成形型とを用いたモールド成形（熱間モールド成形またはプレス成形ともいう。）によって球面または非球面を有する凸もしくは

に当該光ファイバアレイ220の光接続側端面に開口する所定断面形状のガイドピン溝224が形成されるように、所定形状の溝が設けられている。

なお、前述した第26図および上述した第28図に示した各光ファイバアレイは、光ファイバの端面をそのまま突き合わせて光接続する突合せ型接続用の光ファイバアレイである。このタイプの光ファイバアレイにおいては、光接続部での反射戻り光の影響を抑えるため、第29図に示すように、当該光ファイバアレイ230によって光接続しようとする光ファイバ231の光軸に垂直な面と当該光ファイバアレイ230における光接続側端面232とのなす角 θ の角度が概ね $6 \sim 45^\circ$ 、通常は 8° となるように光接続側端面232を後ろ研磨するのが一般的である。

上述した光コネクタや光ファイバアレイ等の光ファイバ固定具を構成している部材（以下「光ファイバ固定用部材」という。）の材料としては、ガラス、セラミックス、シリコン、樹脂等が用いられている。当該光ファイバ固定用部材のうち、光ファイバを固定するための光ファイバ固定用係合部に高い寸法精度が求められる光ファイバガイドブロックについては、従来より、ガラスブロック等をダイシングソー、ダイヤモンド砥石等を用いて機械加工することによって作製している。

ところで、光ファイバガイドブロックと押さえブロックとを固定する際や、光ファイバアレイと他の光ファイバアレイまたは光学素子とを接続する際には、従来より接着剤による固定、ハンダ付けによる固定、隔壁接合、加熱接合等の方法がとられているが、作業性が良い等の理由から、近年では紫外線硬化型接着剤を用いることが望まれている。これに伴って、光ファイバアレイの材料としては紫外線透過性のよいガラスが好適に用いられるようになってきている。

また、石英ガラス（熱膨張係数： $5 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ ）系シングルモード光導波路と石英系シングルモード光ファイバとを光接続するための光ファイバアレイとしては、近年、次の理由からバイレックスガラス（熱膨張係数： $3.0 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 、「バイレックス」はコーニング社製の低熱膨張性ガラスの商品名）が好適に用いられている。すなわち、石英ガラス系シングルモード光導波路の基板と光ファイバアレイとの熱膨張係数の差が大きいと、仮に $\pm 1 \mu\text{m}$ 以内のアライメント精

凹レンズを得る技術が既に確立されているので、当該モールド成形技術を適用することも考えられる。

しかしながら、上述したレンズについてのモールド成形技術によって光ファイバガイドブロックや押さえブロック等の薄板状の光ファイバ固定用部材を成形しようとした場合には、ガラスのはみ出し（成形バリ）や転写精度不足が起こり易いため、精密成形が著しく困難になる。したがって、実用的な光ファイバ固定用部材を得ることもまた極めて困難である。

ガラスのはみ出しは、成形型としてサイドフリーのもの、すなわち、モールド成形時における加圧方向から成形型内を見たときに成形型内に側壁が存在しないタイプの成形型を用いることによって解決し得るが、この場合でもガラスの充填不足に起因する転写精度不足が起こり易いという問題は解決されないもので、高精度のアライメントが容易な光ファイバ固定用部材を得ることは困難である。また、サイドフリーの成形型を用いた場合には、成形品間の精度のばらつきが大きくなるという問題が新たに生じる。

さらに、上述したバイレックスガラスに代表される低熱膨張性ガラスは、一般に成形可能温度が 600°C より遙かに高く、このようなガラスをモールド成形しようすると成形時に成形型とその離型膜が大きなダメージを受けやすいという問題があった。

発明の開示

本発明は、低い製造コストの下に容易に量産することが可能なガラス製光ファイバ固定用部材およびその製造方法、並びに、前記の光ファイバ固定用部材を一構成部材とする光ファイバアレイ、この光ファイバアレイを一構成部材とする光モジュールおよびガラス製の光ファイバガイドブロックをモールド成形するための成形型として好適な成形型を提供することを目的とする。

上記の目的を達成する本発明の光ファイバ固定用部材は、自由表面からなる壁を少なくとも1つ有する薄板状のガラス製モールド成形品からなり、光ファイバ同士または光ファイバと光学素子とを光接続するために光ファイバを固定する光ファイバアレイの構成部品として使用されることを特徴とするものである。

また、上記の目的を達成する本発明の光ファイバ固定用部材の製造方法は、平面視上の形状が成形品の平面視上の形状と近似し、加圧成形時の加圧方向に位置

する面が平面かまたは外側に凸の曲面を呈するガラス成形予備体を、所定形状のキャビティを有する成形型内に配置し、該ガラス成形予備体をモールド成形することが可能な温度まで加熱して、自由表面からなる壁を少なくとも1つ有する薄板状の成形品に加圧成形することを特徴とするものである。

一方、上記の目的を達成する本発明の光ファイバアレイは、上述した本発明の光ファイバ固定用部材の1つである光ファイバガイドブロックと光ファイバとを具備していることを特徴とするものである。

また、上記の目的を達成する本発明の他の光ファイバアレイは、上述した本発明の光ファイバ固定用部材の1つである押さえブロックと光ファイバとを具備していることを特徴とするものである。

そして、上記の目的を達成する本発明の光モジュールは、上述した本発明の光ファイバアレイと、この光ファイバアレイによって固定されている光ファイバに光接続された光学素子または光ファイバとを具備していることを特徴とするものである。

更に、上記の目的を達成する本発明の成形型は、光ファイバを固定するための光ファイバ固定用係合部を形成するための第1の成形部と、被覆部によって保護されている光ファイバにおける前記被覆部を固定するための台座部を該台座部が前記光ファイバ固定用係合部と平面視上同一の平面内に位置するように形成するための第2の成形部とを有し、前記第1の成形部および前記第2の成形部がそれぞれ別個の部材によって形成されており、かつ、これら別個の部材同士が固定部材によって機械的に一体化されていることを特徴とするものである。

本発明の光ファイバ固定用部材は自由表面からなる壁を少なくとも1つ有する薄板状のガラス製モールド成形品からなり、この光ファイバ固定用部材は本発明の方法によって量産することが可能であるので、本発明によれば光ファイバ固定用部材を低い製造コストの下に容易に量産することが可能になり、この光ファイバ固定用部材を用いることにより、光ファイバアレイや光モジュールを低い製造

ら見たときの概略を示す図であり、第18図は実施例21で得た光ファイバガイドブロックの概略を示す斜視図であり、第19図は実施例22で得た光ファイバガイドブロックの概略を示す斜視図であり、第20図は実施例23で得た光フ

ァイバガイドブロックの概略を示す斜視図であり、第21図は実施例24で得た光ファイバガイドブロックの概略を示す斜視図であり、第22図は実施例25で得た光ファイバ用押さえブロックの概略を示す斜視図であり、第23図(a)は実施例26で得た光モジュールの概略を示す上面図であり、第23図(b)はその側面図であり、第24図は本発明の方法を応用して製造することが可能なポリゴンミラーの一例を示す斜視図であり、第25図は本発明の方法を応用して製造することが可能な直角プリズムの一例を示す斜視図であり、第26図は従来の光ファイバアレイの一例を示す分解斜視図であり、第27図は従来の光コネクタフェルール同士を接続する際の接続方法の一例を示す側面図であり、第28図は従来の光ファイバアレイの他の一例を示す斜視図であり、第29図は従来の突合せ接続用の光ファイバアレイにおける光接続端面の傾斜の様子を説明するための側面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について詳述する。

まず本発明の光ファイバ固定用部材について説明すると、この光ファイバ固定用部材は、上述のように、自由表面からなる壁を少なくとも1つ有する薄板状のガラス製モールド成形品からなる。

ここで、本発明でいう「自由表面からなる壁」とは、成形型の角部、すなわち(1)成形型が上型と下型(いずれか一方が雄型で他方が雌型)とからなる場合には、上型と下型との境界部(クリアランス部)、雌型に相当する型の内側側面同士の間、雄型に相当する型の内側側面と当該型の底面との間等、

(2)成形型が上型、下型および側型からなる場合には、上型と側型の境界部(クリアランス部)、下型と側型の境界部(クリアランス部)、側型の内側側面同士の間等、

にガラスが完全には充填されないようにモールド成形することによって形成され

コストの下に提供することが可能になる。

図面の簡単な説明

第1図は実施例1で用いた成形型の概略を示す断面図であり、第2図は実施例1で得た光ファイバガイドブロックの概略を示す斜視図であり、第3図は光ファイバガイドブロックについて本発明でいう寸法精度の測定箇所を説明するための図であり、第4図は比較例2で用いたサイドフリー型構造の成形型の概略を示す断面図であり、第5図は実施例9で用いた成形型の概略を示す断面図であり、第6図は実施例9で得た光ファイバガイドブロックの概略を示す斜視図であり、第7図は実施例10で得た光ファイバガイドブロックの概略を示す斜視図であり、第8図(a)は実施例10で得た光ファイバガイドブロックの使用状態の一例の概略を示す斜視図であり、第8図(b)は第8図(a)に示した光ファイバガイドブロックを光接続端面から見たときの概略を示す図であり、第8図(c)は第8図(a)に示したA-A線断面の概略図であり、第9図は実施例10で得た光ファイバガイドブロックの使用状態の他の一例の概略を示す側面図であり、第10図は実施例12で得た被覆部用押さえブロックの概略を示す斜視図であり、第11図は実施例12で得た被覆部用押さえブロックの使用状態の一例の概略を示す側面図であり、第12図(a)は実施例15で得た光ファイバアレイによってテーパーファイバを固定したときの状態の概略を示す斜視図であり、第12図(b)は第12図(a)に示した光ファイバアレイを光接続端面から見たときの概略を示す図であり、第13図は実施例16で得た光ファイバアレイによってテーパーファイバを固定したときの状態を光接続端面から見たときの概略を示す図であり、第14図は実施例17で得た光ファイバアレイによってテーパーファイバを固定したときの状態を光接続端面から見たときの概略を示す図であり、第15図は実施例18で得た光ファイバアレイによってテーパーファイバを固定したときの状態を光接続端面から見たときの概略を示す図であり、第16図は実施例19で得た光ファイバアレイによってテーパーファイバを固定したときの状態を光接続端面から見たときの概略を示す図であり、第17図は実施例20で得た光ファイバアレイによってテーパーファイバを固定したときの状態を光接続端面から

た壁を意味する。

当該「自由表面からなる壁」は、成形型内壁(成形型が雌型膜を有する場合には当該雌型膜、以下同じ。)と接することなく形成されたものであり、外側に凸の

曲面を呈する。ガラスが成形型内壁と接した場合には、成形型の内壁表面に不可避的に存在する微小な加工痕や研磨痕等が成形品表面に転写されるが、上記の「自由表面」は前記の加工痕や研磨痕が転写されていないことによって、モールド成形時に成形型内壁と接してできた表面と容易に区別することができる。

上記の自由表面からなる壁を少なくとも1つ有する本発明の光ファイバ固定用部材は、光ファイバ同士または光ファイバと光学素子とを光接続する際に光ファイバを固定するために用いられる光ファイバアレイの構成部品、具体的には光ファイバガイドブロックまたは押さえブロックとして使用されるものである。

この光ファイバ固定用部材は、当該光ファイバ固定用部材が光ファイバガイドブロックおよび押さえブロックのいずれであっても、底面と、側面と、前記底面に対向する上面とを有する厚さ0.5~1.0mm程度の薄板状の部材である。そして、この光ファイバ固定用部材(ただし、後述する被覆部用押さえブロックを除く。)の側面のうちの1つは、光ファイバアレイに組み立てたときに光接続端面に位置し、この光接続端面に位置することになる側面は他の側面のうちの1つと対向している。

後述する寸法精度および形状精度が高い光ファイバ固定用部材を得るうえからは、上記の光接続端面に位置することになる側面に対向する側面(以下、この側面を「後部側面」ということがある。)を囲んでいる壁のうちの少なくとも1つを「自由表面からなる壁」にすることが好ましく、特に、上記の後部側面を囲んでいる全ての壁を「自由表面からなる壁」にすることが好ましい。さらに、寸法精度および形状精度が高く、かつジグへの取付けが容易な光ファイバ固定用部材を得るためには、上記の後部側面を囲んでいる壁のうちの少なくとも1つの他に、底面を囲んでいる壁のうちで上記の光接続端面に位置することになる側面から上記の後部側面にかけての壁についても、「自由表面からなる壁」にすることがより好ましい。

本発明の光ファイバ固定用部材が光ファイバガイドブロックである場合には、底面は実質的に平面を呈し、当該底面と対向する上面には後述する光ファイバ固定用係合部が少なくとも形成されており、必要に応じて、後述する台座部、側壁部、ガイドピン用溝状係合部、押さえブロックの所定箇所に係合する係合部、ア

ライメントマーク等も当該上面に形成される。側面は、通常、底面に対して実質的に垂直な平面でよいが、光ファイバアレイに組み立てたときに光接続端面に位置することになる側面については、後述するように、光接続しようとする光ファイバの光軸に垂直な面に対して傾斜させてもよい。また、前記光接続端面に位置することになる側面以外の側面は、外側または内側に凸の曲面であってもよい。当該光ファイバガイドブロックの平面視上の形状は、通常、矩形または略矩形でよいが、後部側面については、平面視上の形が外側または内側に凸の曲線を呈する形としてもよい。

ここで、光ファイバガイドブロックおよび後述する押さえブロックについて本発明でいう「平面視上の形状が略矩形」とは、光ファイバガイドブロックまたは押さえブロックの底面の法線方向上から当該光ファイバガイドブロックまたは押さえブロックを見たときの形状が、角部が丸みを帯びている点を除いて矩形を呈していることを意味する。

光ファイバ固定用部材が押さえブロックである場合には、上面（使用時ににおいて光ファイバアレイの上面となる面）は実質的に平面を呈し、当該上面と対向する底面には、光ファイバガイドブロックの光ファイバ固定用係合部に係合した光ファイバを圧迫固定するための光ファイバ用係合部および／または光ファイバガイドブロックの台座部に被覆部ごと固定された光ファイバを前記被覆部の上から圧迫固定するための被覆部用係合部が少なくとも形成されており、必要に応じて、後述するガイドピン用係合部、光ファイバガイドブロックの所定箇所に係合する係合部等も当該底面に形成される。側面は、通常、底面に対して実質的に垂直な面であるが、光ファイバアレイに組み立てたときに光接続端面側に位置することになる側面については、後述するように、光接続しようとする光ファイバの光軸に垂直な面に対して傾斜させてもよい。また、光ファイバアレイに組み立て

面から当該光ファイバガイドブロックを見たときにその幅方向左側または幅方向右側の最も外側に位置する光ファイバ固定用係合部に光ファイバを係合させ、かつ、他の光ファイバ固定用係合部に前記の光ファイバと外径が等しい光ファイバをそれぞれ係合させたときの、前記幅方向左側または幅方向右側の最も外側に位置する光ファイバ固定用係合部に係合させた光ファイバの垂直断面の中心から他の光ファイバの垂直断面の中心までの距離についての寸法公差（以下「累積ピッチ精度」という。）、および、

(3) 各光ファイバ固定用係合部にそれぞれ外径が等しい光ファイバを係合させたときの各光ファイバの垂直断面の中心と、光ファイバアレイに組み立てたときに光接続端面に位置することになる側面から当該光ファイバガイドブロックを見たときに光ファイバ固定用係合部の幅方向左側に位置する縁部または幅方向右側に位置する縁部いずれかの上面を含む平面との垂直距離の各々についての寸法公差（以下「深さ精度」という。）、

の3つの寸法公差を意味する。「寸法公差」自体は「JIS B 0401」で定義される寸法公差を意味する（以下同じ。）。

また、本発明の光ファイバ固定用部材が光ファイバ固定用係合部を1本のみ有する光ファイバガイドブロックである場合には、光ファイバ固定用係合部に光ファイバを係合させたときの当該光ファイバの垂直断面の中心と、光ファイバアレイに組み立てたときに光接続端面に位置することになる側面から当該光ファイバガイドブロックを見たときに光ファイバ固定用係合部の幅方向左側に位置する縁部または幅方向右側に位置する縁部いずれかの上面を含む平面との垂直距離の寸法公差（深さ精度）を意味する。

一方、光ファイバ固定用部材が押さえブロックである場合には、本発明でいう「光ファイバ固定用部材の寸法精度」とは、

- (1) 光ファイバアレイに組み立てたときに光接続端面側に位置することになる側面から当該押さえブロックを見たときの幅についての寸法公差、
- (2) 押さえブロックが、光ファイバガイドブロックの光ファイバ固定用係合部に係合した光ファイバを圧迫固定するための光ファイバ押さえ平面を有している場

たときに光接続端面側に位置することになる側面以外の側面は、外側または内側に凸の曲面であってもよい。当該押さえブロックの平面視上の形状は、通常、矩形または略矩形でよいが、後部側面については、平面視上の形が外側または内側に凸の曲線を呈する形としてもよい。

光ファイバアレイによって固定する光ファイバは、コア径が10 μm程度のシ

ングルモード光ファイバとコア径が50～500 μmのマルチモード光ファイバとに大別することができる。そして、光ファイバをどの程度のアライメント精度で光接続するかは光接続しようとする光ファイバの種類に応じて異なり、これに伴って、光ファイバ固定用部材に要求される寸法精度も異なってくる。したがって、本発明の光ファイバ固定用部材の寸法精度は、当該光ファイバ固定用部材を用いて固定しようとする光ファイバの種類に応じて適宜選択可能である。

例えば、高いアライメント精度が要求される石英系シングルモード光ファイバを光接続する場合に使用する光ファイバ固定用部材の寸法精度は、当該光ファイバ固定用部材によって固定しようとする石英系シングルモード光ファイバのコア径の値の±1/10以内であることが好ましく、特に前記コア径の値の±1/20以内であることが好ましい。また、マルチモード光ファイバを光接続する場合に使用する光ファイバ固定用部材の寸法精度は、当該光ファイバ固定用部材によって固定しようとするマルチモード光ファイバのコア径の値の±1/5以内であることが好ましく、特に前記コア径の値の±1/10以内であることが好ましい。

ここで、本発明でいう「光ファイバ固定用部材の寸法精度」とは、光ファイバ固定用部材が光ファイバ固定用係合部を複数有する光ファイバガイドブロックである場合には、

- (1) 各光ファイバ固定用係合部にそれぞれ外径が等しい光ファイバを係合させたときに互いに隣接する2つの光ファイバの垂直断面（光ファイバの長手方向と直交する方向の垂直断面、以下同じ。）の中心同士の距離についての寸法公差（以下「単一ピッチ精度」という。）、
- (2) 光ファイバアレイに組み立てたときに光接続端面に位置することになる側

合には、当該光ファイバ押さえ平面が形成されている部分の厚みについての寸法公差、および、

- (3) 押さえブロックが、光ファイバガイドブロックの台座部に被覆部ごと固定された光ファイバを前記被覆部の上から圧迫固定するための被覆部押さえ平面を有している場合には、当該被覆部押さえ平面が形成されている部分の厚みについての寸法公差、

の3つを意味する。

一方、本発明の光ファイバ固定用部材の形状精度は、固定しようとする光ファイバが石英系シングルモード光ファイバおよびマルチモード光ファイバのいずれ

であっても、固定しようとする光ファイバのコア径の値の1/1以内であることが好ましい。この形状精度は、固定しようとする光ファイバのコア径の値の1/2以内であることがより好ましく、1/10以内であることが特に好ましい。光ファイバ固定用部材の形状精度が当該光ファイバ固定用部材によって固定しようとする光ファイバのコア径の値の1/1以内であれば、アクティブアライメントを行う際に前述した第1ステップを実質的に省略することが可能になり、固定しようとする光ファイバのコア径の値の1/2以内であればアクティブアライメントがより容易になる。そして、光ファイバ固定用部材の形状精度が当該光ファイバ固定用部材によって固定しようとする光ファイバのコア径の値の1/10以内であれば、パッシブアライメントによって光接続することが可能になる。

ここで、本発明でいう「光ファイバ固定用部材の形状精度」とは、光ファイバ固定用部材が光ファイバガイドブロックである場合には、

- (1) 底面または側面を基準として測定した、光ファイバ固定用係合部に光ファイバを係合させたときの当該光ファイバの垂直断面の中心の位置度公差（以下「光ファイバ中心の位置度精度1」という。）、
- (2) 光ファイバガイドブロックがガイドピンと係合するガイドピン用溝状係合部を有する場合には、ガイドピン用溝状係合部にガイドピンを係合させたときの当該ガイドピンの垂直断面の中心を基準として測定した、全ての光ファイバ固定用係合部（光ファイバ固定用係合部の全数が1の場合を含む。）に外径が等しい光

ファイバをそれぞれ係合させたときの各光ファイバの垂直断面の中心の位置度公差（以下「光ファイバ中心の位置度精度I」という。）、および、

(3) 光ファイバガイドブロックがアライメントマークを有する場合には、当該アライメントマーク中または当該アライメントマーク上の所置箇所を基準として測定した、全ての光ファイバ固定用係合部（光ファイバ固定用係合部の全数が1の場合を含む。）に外径が等しい光ファイバをそれぞれ係合させたときの各光ファイバの垂直断面の中心の位置度公差（以下「光ファイバ中心の位置度精度II」という。）、

の3つの位置度公差のうちの少なくとも1つを意味する。「位置度公差」自体は

JIS B 0021で定義される位置度公差を意味する。

一方、光ファイバ固定用部材が押さえブロックである場合には、本発明でいう「光ファイバ固定用部材の形状精度」とは、

(1) 押さえブロックが前述した光ファイバ押さえ平面および被覆部押さえ平面のいずれか一方を有している場合には当該押さえ平面の平面度公差、両方の押さえ平面を有している場合には各押さえ平面の平面度公差（以下、平面度公差を単に「平面度」ということがある。）、

(2) 押さえブロックが前述した光ファイバ押さえ平面および被覆部押さえ平面のいずれか一方を有している場合には当該押さえ平面と側面（光ファイバアレイに組み立てたときに光接続側端面側に位置することになる側面から当該押さえブロックを見たときの左側側面または右側側面）との直角度公差、両方の押さえ平面を有している場合には各押さえ平面と側面（光ファイバアレイに組み立てたときに光接続側端面側に位置することになる側面から当該押さえブロックを見たときの左側側面または右側側面）との直角度公差（以下、直角度公差を単に「直角度」ということがある。）、

(3) 光ファイバアレイに組み立てたときに光接続側端面側に位置することになる側面から当該押さえブロックを見たときの左側側面と右側側面とからなる組、押さえブロックが前述した光ファイバ押さえ平面および被覆部押さえ平面のいずれか一方を有している場合には当該押さえ平面と上面とからなる組、ならびに、押

相当する。

また、光ファイバアレイに組み立てる際の光ファイバ固定用部材同士（光ファイバガイドブロックと押さえブロック）の固着や、光ファイバアレイと他の光ファイバアレイもしくは光学素子との固着を高い作業性の下に行ううえからは、固着にあたって紫外線硬化型接着剤を用いることが望ましい。本発明者らは、一般的な紫外線硬化型接着剤で実用上問題のない接着を行うためには、波長350nmの紫外線を2mm厚みで30%以上、好ましくは60%以上透過するガラス、または波長300nmの紫外線を2mm厚みで60%以上透過するガラスによって光ファイバ固定用部材を形成する必要があることをつきとめた。したがって、本発明の光ファイバ固定用部材は、波長350nmの紫外線を2mm厚みで30%以上、好ましくは60%以上透過するガラス、または波長300nmの紫外線

を2mm厚みで60%以上透過するガラスからなることが好ましい。

屈伏点が600℃以下で、室温～400℃における平均熱膨張係数（-50～+100℃における平均熱膨張係数）が $7.0 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以下で、波長350nmの紫外線を2mm厚みで30%以上透過するガラスは、例えば SiO_2 、 B_2O_3 および ZnO をガラス成分として利用することにより得ることができる。

上記のガラスの具体例として、ガラス成分として、 SiO_2 を1～30wt%、 B_2O_3 を15～40wt%、 ZnO を40～60wt%（但し40wt%は含まない。）、 MgO を0～15wt%、 CaO を0～10wt%、 SrO を0～10wt%、 BaO を0～10wt%、 PbO を0～20wt%含有し、 ZnO 、 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO および PbO の含有量が40～60wt%（但し40wt%は含まない。）であり、さらに、 Al_2O_3 を0～10wt%（但し0wt%は含まない。）含有し、前記ガラス成分の含有量が75wt%以上であるガラス（以下、このガラスを「第1のガラス」という。）が挙げられる。

この第1のガラスは、 SiO_2 を3～30wt%、 B_2O_3 を20～40wt%、 ZnO を40～55wt%（但し40wt%は含まない）、 MgO を0～15wt%、 CaO を0～10wt%、 SrO を0～10wt%、 BaO を0～10wt%、 PbO を0～20wt%含有し、 ZnO 、 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO および PbO の

さえブロックが前述した光ファイバ押さえ平面および被覆部押さえ平面の両方を有している場合には各押さえ平面と上面とからなる組の3つの組うちの少なくとも1つの組の平行度公差（以下、平行度公差を単に「平行度」ということがある。）、および

(4) 押さえブロックが光ファイバ押さえ平面とガイドピン押さえ平面とを有する場合には、当該光ファイバ押さえ平面とガイドピン押さえ平面との平行度公差、の4つの公差のうちの少なくとも1つを意味する。「位置度公差」自体、「直角度公差」自体および「平行度公差」自体はそれぞれJIS B 0021で定義される幾何公差を意味する。

本発明の光ファイバ固定用部材は、前述したようにガラス製モールド成形品か

らなるわけであるが、当該光ファイバ固定用部材は、モールド成形時に成型性が損傷するのを抑えるうえから、屈伏点が600℃以下のガラスからなることが好ましく、特に、屈伏点が540℃以下のガラスからなることが好ましい。

また、石英ガラスやシリコン等の熱膨張係数の小さい基板上に形成された光導波路と石英系シングルモード光ファイバとを光接続するために用いる光ファイバ固定用部材については、温度変化に起因する光接続部分での接続損失を小さくするうえから、熱膨張係数の小さいガラスからなることが望ましい。本発明者らは、石英ガラスやシリコン等の基板上に形成された光導波路と石英系シングルモード光ファイバとを光接続したときに生じる接続損失の温度変動を実用上問題のない程度にまで抑制できる光ファイバ固定用部材の平均熱膨張係数（室温～400℃における平均熱膨張係数）の上限が $7.0 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ であることをつきとめた。したがって、本発明の光ファイバ固定用部材を上記の用途に使用する場合に、当該光ファイバ固定用部材は、室温～400℃における平均熱膨張係数が $7.0 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以下のガラスによって形成することが好ましい。このようなガラスからなる光ファイバ固定用部材の室温～400℃における平均熱膨張係数は当然のことながら $7.0 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以下であるが、当該光ファイバ固定用部材の-50～+100℃における平均熱膨張係数もまた $7.0 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以下である。「-50～100℃」という温度範囲は、光ファイバアレイの使用環境温度範囲に

合量が40～55wt%（但し40wt%は含まない）であり、さらに、 Al_2O_3 を0.5～10wt%、 Li_2O を0～7wt%含有するものであることが特に好ましい（以下、このガラスを「第2のガラス」という。）。)

上記第1のガラスおよび第2のガラスは、さらに、 GeO_2 を0～10wt%（但し SiO_2 と GeO_2 の合量は3～30wt%）、 La_2O_3 を0～20wt%、 Y_2O_3 を0～10wt%、 Gd_2O_3 を0～10wt%（但し La_2O_3 、 Y_2O_3 および Gd_2O_3 の合量は0～20wt%）、 Nb_2O_5 を0～10wt%、 Ta_2O_5 を0～10wt%（但し Nb_2O_5 と Ta_2O_5 の合量は0～10wt%）、 ZrO_2 を0～5wt%、 TiO_2 を0～3wt%含有したものであってもよい。また、脱泡、着色の改善を目的として、外割りで As_2O_3 、 Sb_2O_3 、 SnO 、 SnO_2 のうち1種以上を添加したものであってもよい。しかし、 As_2O_3 、 Sb_2O_3 、 SnO 、 SnO_2 を合量で4wt%を超えて添加しても、脱泡、着色

の改善の効果は向上しないため、これらの成分は合量で0～4wt%の範囲で使用することが望ましい。さらに、上述した成分の他に、ガラスの特性を悪化させない範囲で、 F 、 Bi_2O_3 、 Yb_2O_3 、 WO_3 等を適宜に、また微量の Na_2O 、 K_2O を添加したものであってもよい。

以下、本発明の光ファイバ固定用部材の1つである光ファイバガイドブロックと、本発明の光ファイバ固定用部材の他の1つである押さえブロックについて、それぞれ詳述する。

まず、本発明の光ファイバ固定用部材の1つである光ファイバガイドブロックの一例について説明すると、この光ファイバガイドブロックは、光ファイバを固定するための光ファイバ固定用係合部をその上面に有する。光ファイバ固定用係合部の長手方向の一端は、光ファイバガイドブロックの側面のうちで光ファイバアレイの光接続側端面に位置することになる側面に達しており、他端は、後部側面（ただし、光ファイバガイドブロックが後述する台座部を有する場合には、この台座部との境界をなす側面）に達している。

上記の光ファイバ固定用係合部は、光ファイバの外周面が当該光ファイバ固定用係合部の上面と同じ高さまたはそれより低くなるようにして光ファイバと係

台するものであってもよいが、当該光ファイバ固定用係合部に係合した光ファイバを押さえブロックによって正確に位置決め・固定するうえからは、光ファイバの外周面が当該光ファイバ固定用係合部の上端面より若干突出するようにして光ファイバと係合するものが好ましい。

光ファイバ固定用係合部の具体例としては、垂直断面形状（長手方向と直交する方向についての垂直断面形状）がV字状、U字状、円弧状、コの字状等を呈する直線状または曲線状のものが挙げられる。当該光ファイバ固定用係合部は溝状の凹部からなるものであってもよいし、光ファイバ固定用係合部の側壁となる所定断面形状の凸部を形成することによって形成されたものであってもよい。これらのなかでも、垂直断面形状がV字状を呈する溝状の凹部からなるもの（以下「V溝」という。）が特に好ましい。光ファイバ固定用係合部がV溝であった場合には、当該V溝の両側面を押さえブロックとによって光ファイバを3点支持することになるので、光ファイバを高精度に固定することができる。また、モール

ド成形時における型へのガラスの充填およびモールド成形後の型型が容易であるので転写性が高く、その結果として高精度のモールド成形を容易に行うことができる。

光ファイバ固定用係合部の数は特に限定されるものではなく、目的とする光ファイバガイドブロックの用途等に応じて1つ以上の所望数とすることができる。また、複数の光ファイバ固定用係合部を形成する場合、これらの光ファイバ固定用係合部は互いに平行なものであってもよいし、平行でないものであってもよく、目的とする光ファイバガイドブロックの用途等に応じて適宜選択される。

光ファイバガイドブロックは、上述した光ファイバ固定用係合部のみを有しているものであってもよいが、当該光ファイバ固定用係合部に係合される光ファイバは、通常、樹脂等からなる被覆部によって光ファイバを保護してなる光ファイバコード（単芯）やテープファイバ（多芯）等の光伝送媒体からその一端を所望長だけ露出させたものである。したがって、上述した光ファイバガイドブロックは、被覆部によって保護されている光ファイバを前記の被覆部ごと固定するための台座部が光ファイバ固定用係合部に接続して形成されているものであることが

さらに、上記(2)の台座部を有する光ファイバガイドブロックによれば、例えば巻き取った状態で保存しておいたことによって光ファイバコードやテープファイバ等が湾曲した場合や、光ファイバを露出させる作業時に光ファイバコードやテープファイバ等が変形した場合等でも、このような光ファイバコードやテープファイバの形状を上記の側壁部によって矯正することができ、これによって、露出させた光ファイバを光ファイバ固定用係合部に正確に、かつ、容易に誘導することが可能になる。

そして、光ファイバ固定用係合部に係合させた光ファイバを後述する光ファイバ用押さえブロックによって圧迫固定したときにおける当該光ファイバ用押さえブロックの底面の高さよりも上記の側壁部の高さを高くした場合には、光ファイバ用押さえブロックの奥行き方向（光ファイバアレイに組み立てたときに光接続側端面に位置することになる側面から見たときの奥行き方向、以下同じ。）については当該側壁部がストッパーとして機能するため、光ファイバ用押さえブロックの奥行き方向の位置決めを容易に行うことが可能になる。

押さえブロックの位置決めは、押さえブロックの所定箇所に係合する係合部を光ファイバガイドブロックに形成することによっても容易に行うことが可能である。ここで、本発明でいう「押さえブロックの所定箇所に係合する係合部を光ファイバガイドブロックに形成する」とは、光ファイバガイドブロックの光ファイバ固定用係合部に光ファイバを係合させていない状態においては押さえブロックの所定箇所に係合し、光ファイバガイドブロックの光ファイバ固定用係合部に光ファイバを係合させている状態下においては、押さえブロックの所定箇所に係合するか、または前記押さえブロックの所定箇所との間に若干の間隙を形成する係合部を光ファイバガイドブロックに形成することを意味する。

例えば、押さえブロックの幅方向（光ファイバアレイに組み立てたときに光接続側端面に位置することになる側面から見たときの幅方向、以下同じ。）の位置決めは、当該押さえブロックの底面の幅方向の縁部に凹部、凸部、段差、傾斜面等からなる係合部を形成すると共に、光ファイバガイドブロックの上面の縁部（光ファイバガイドブロックが上述した側壁部を有する場合には、当該側壁部にお

好ましい。

この台座部の具体例としては、

- (1) 表面が光ファイバ固定用係合部の上端面よりも一段低い位置に形成されており、その幅方向（光ファイバアレイに組み立てたときに光接続側端面に位置することになる側面から見たときの幅方向、以下同じ。）の側面が光ファイバガイドブロックの幅方向（光ファイバアレイに組み立てたときに光接続側端面に位置することになる側面から見たときの幅方向、以下同じ。）の側面となっているもの、および、
- (2) 表面が光ファイバ固定用係合部の上端面よりも一段低い位置に形成されており、当該表面の側方（光ファイバアレイに組み立てたときに光接続側端面に位置することになる側面から当該表面を見たときの側方）に形成された側壁部（当該台座部よりも高さが高いもの）によって、その幅が、被覆部ごと固定しようとする光ファイバの幅（被覆部の幅）と同等ないし若干大きめに規定されたもの、

が挙げられる。

ここで、本発明でいう「表面が光ファイバ固定用係合部の上端面よりも一段低い位置に形成されている台座部」とは、当該台座部の表面と光ファイバ固定用係合部の上端面との高さの差および当該台座部の表面形状が、光ファイバコードやテープファイバ等を構成している光ファイバを光ファイバ固定用係合部から当該台座部にかけて実質的に水平に固定できるようになっているものを意味する。

上記(2)の台座部を有する光ファイバガイドブロックによれば、紫外線硬化型接着剤等の接着剤によって上記の光ファイバを被覆部ごと台座部に固定する際や、当該光ファイバガイドブロックを押さえブロック（後述する被覆部用押さえブロックまたは両用押さえブロック）とを紫外線硬化型接着剤等の接着剤によって固着させて光ファイバアレイを組み立てる際等に、当該光ファイバガイドブロックの幅方向への接着剤のはみ出しを上記の側壁部によって防止することができる。また、上記(2)の台座部を有する光ファイバガイドブロックによれば、台座部の幅が上記の側壁部によって規定されているので、被覆部によって保護されている光ファイバを前記の被覆部ごと固定する際の位置決めを容易に行うことができる。

ける台座部側の縁部を含む。）に前記の係合部（押さえブロックに設けたもの）に係合する所定形状の凸部、凹部、段差、傾斜面等からなる係合部を形成することにより、容易に行うことが可能になる。また、後述する光ファイバ用押さえブロックの奥行き方向の位置決めは、上述した側壁部を光ファイバガイドブロックに設けることの他に、当該光ファイバ用押さえブロックを前記(1)の台座部を有する光ファイバガイドブロックと組み合わせ使用する場合には、次のようにしても容易に行うことが可能になる。すなわち、光ファイバ用押さえブロックの奥行き方向の長さを前記(1)の台座部を有する光ファイバガイドブロックにおける光ファイバ固定用係合部の奥行き方向の長さより長くし、光ファイバガイドブロックにおける光ファイバ固定用係合部と台座部との間の段差部に当接する凸部を光ファイバ用押さえブロックの底面の幅方向の縁部に設けることによって、容易に行うことが可能になる。

光ファイバガイドブロックに上記の係合部を形成した場合、当該係合部における縁のうちで少なくとも当該光ファイバガイドブロックの幅方向の最も外側に位置する縁を前述した「自由表面からなる縁」にすることができる。同様に、押さ

えブロックに上記の係合部を形成した場合、当該係合部における縁のうちで少なくとも当該押さえブロックの幅方向の最も外側に位置する縁を前述した「自由表面からなる縁」にすることができる。そして、光ファイバガイドブロックに上記「自由表面からなる縁」を有する係合部を形成してその長さ（光ファイバガイドブロックの奥行き方向（光ファイバアレイに組み立てたときに光接続側端面に位置することになる側面から見たときの奥行き方向、以下同じ。）についての長さ）を押さえブロックの奥行き方向の長さと同等以上にし、この係合部と係合する上述の係合部（上記「自由表面からなる縁」を有するもの）を押さえブロックの奥行き方向の全長に亘って形成した場合には、光ファイバガイドブロックと押さえブロックとを紫外線硬化型接着剤等の接着剤によって固着させて光ファイバアレイを組み立てる際に、次の理由から光ファイバアレイの幅方向（光接続側端面から見たときの幅方向）への接着剤のはみ出しを防止することが容易になる。

すなわち、光ファイバガイドブロックに形成した係合部の縁のうちで当該光フ

ファイバガイドブロックの幅方向の最も外側に位置する自由表面からなる壁と、押さへブロックに形成した係合部の壁のうちの当該押さへブロックの幅方向の最も外側に位置する自由表面からなる壁との間には空隙が形成され、この空隙が接着剤をまりとして機能することから、接着剤のはみ出しを防止することが容易になる。

一方、高い精度の下でのアライメントをより容易に行ううえからは、光ファイバアレイ同士または光ファイバアレイと光学素子とを接続するにあたってガイドピンを使用することが望ましく、そのためには、上述した光ファイバガイドブロックは、ガイドピンに係合するガイドピン用溝状係合部を有していることが好ましい。このガイドピン用溝状係合部の数は、接続に使用するガイドピンの本数に応じて1以上の所望数とすることができる。ガイドピンの使用本数は1本以上であり、通常は2本使用されることが多い。したがって、光ファイバガイドブロックは2つのガイドピン用溝状係合部を有していることが好ましい。

上記のガイドピン用溝状係合部は、所定断面形状を有する溝状の凹部からなるものであることが好ましく、その垂直断面（長手方向と直交する方向についての垂直断面、以下同じ。）形状は、使用するガイドピンの垂直断面（長手方向と直

交する方向についての垂直断面、以下同じ。）形状等に応じて適宜選択可能である。例えば、垂直断面形状が円形を呈するガイドピンを使用する光ファイバアレイを得る場合、当該光ファイバアレイの構成部品である光ファイバガイドブロックに形成するガイドピン用溝状係合部の垂直断面形状はV字状、U字状、円弧形状、コの字状等とすることができる。これらのなかでも、前述した光ファイバ固定用係合部と同様の理由から、垂直断面形状がV字状を呈する溝状の凹部からなるもの（V溝）が特に好ましい。

ガイドピン用溝状係合部の形成位置は特に限定されるものではないが、光コネクタ等との接続が可能な光ファイバアレイを得るうえからは、ガイドピン用溝状係合部にガイドピンに係合させたときにおける当該ガイドピンの垂直断面の中心が、前述した光ファイバ固定用係合部に光ファイバに係合させたときにおける当該光ファイバの垂直断面の中心と一直線上に並ぶようにして形成されていること

ている光ファイバガイドブロックを用いた光ファイバアレイ同士または当該光ファイバアレイと光学素子とを接続する際に、光学顕微鏡等によって確認することができる位置であればよい。このような位置の具体例としては、光ファイバ固定用係合部が形成されている面と同じ側における前記光ファイバ固定用係合部の外側位置や、光ファイバガイドブロックにおいてその幅方向に位置している側面等が挙げられる。アライメントマークの数は特に限定されるものではなく、1個以上の所望数とすることができるが、通常は2個で十分である。

上述した凸形状または凹形状のアライメントマークは厚み（正の厚みまたは負の厚み）を有しているため、当該アライメントマークが形成されている光ファイバガイドブロックを用いた光ファイバアレイ同士または当該光ファイバアレイと光学素子とを接続する際に、前記のアライメントマークを光ファイバアレイの上面、裏面、側面のいずれの方向からも光学顕微鏡等によって検出することが可能になる。したがって、幅方向のアライメントに加えて厚さ方向のアライメントも可能になり、高い精度の下でのアライメントをより容易に行うことが可能になる。また、上記のアライメントマークを光ファイバガイドブロックの他の部分と同時に一体成形した場合には、光ファイバ固定用係合部に対する当該アライメントマークの位置精度を非常に高くすることができるので、この場合には高い精度の下でのアライメントを更に容易に行うことが可能になる。さらに、上記のアライ

メントマークを光ファイバガイドブロックに形成することによって、画像認識技術を用いてのアライメントの自動化を容易に行うことが可能になる。このときの画像認識の観察方向の自由度は、上記のアライメントマークが光ファイバアレイの上面、裏面、側面のいずれの方向からも検出可能であることから、高い。

光ファイバガイドブロックが上述したアライメントマークを有するものである場合、当該光ファイバガイドブロックについての前述した「光ファイバ中心の位置精度III」は、固定しようとする光ファイバのコア径の値の1/1以内であることが好ましく、1/2以内であることがより好ましく、1/10以内であることが特に好ましい。このとき、当該光ファイバガイドブロックについての前述

が好ましい。そして、ガイドピン用溝状係合部を2つ以上形成する場合には、これらのガイドピン用溝状係合部にそれぞれガイドピンに係合させたときにおける各ガイドピンの垂直断面の中心が、前述した光ファイバ固定用係合部に光ファイバに係合させたときにおける当該光ファイバの垂直断面の中心と一直線上に並ぶようにして、前記光ファイバ固定用係合部の左外側および右外側（光ファイバアレイに組み立てたときに光接続端面に位置することになる側面から見たときの左外側および右外側）にそれぞれに形成されていることが好ましい。

光ファイバガイドブロックが上述したガイドピン用溝状係合部を有するものである場合、当該光ファイバガイドブロックについての前述した「光ファイバ中心の位置精度II」は、固定しようとする光ファイバのコア径の値の1/1以内であることが好ましく、1/2以内であることがより好ましく、1/10以内であることが特に好ましい。このとき、当該光ファイバガイドブロックについての前述した「光ファイバ中心の位置精度I」は、ガイドピンによりアライメントが行われるため、必ずしも固定しようとする光ファイバのコア径の値の1/1以内である必要はない。しかしながら、光ファイバアレイの側面や底面をジグ等に押つけた状態でガイドピンを当該光ファイバアレイに挿入するようにした方がガイドピンを挿入しやすいので、「光ファイバ中心の位置精度I」につい

ても1/1以内であることが好ましく、1/2以内であることがより好ましく、1/10以内であることが特に好ましい。

高い精度の下でのアライメントは、光接続するにあたってガイドピンを使用することの他に、アライメントマークが形成された光ファイバガイドブロックを用いることによって行うことができる。前記のアライメントマークは、当該アライメントマークを形成することなく光ファイバガイドブロックをモールド成形により得た後に改めて形成してもよいが、光ファイバガイドブロックをモールド成形するときには一体成形する方がより好ましい。

アライメントマークの具体例としては、平面視上の形状が十字、円形、同心円状に配置された2つの円、三角形等を呈する凸形状または凹形状のものが挙げられる。また、アライメントマークの形成位置は、アライメントマークが形成され

した「光ファイバ中心の位置精度I」は、固定しようとする光ファイバのコア径の値の1/1以内でなくてもよいが、顕微鏡等の視野内にアライメントマークを捉える際の走査範囲を小さくしてアライメントマークの検出を容易かつ迅速に行えるようにするうえからは、1/1以内であることが好ましく、1/2以内であることがより好ましく、1/10以内であることが特に好ましい。

本発明の光ファイバ固定用部材の1つである上述の光ファイバガイドブロックは、拡大ビーム型接続用の光ファイバアレイの構成部品であってもよいし、突合せ型接続用の光ファイバアレイの構成部品であってもよい。反射損失の小さい突合せ型接続用の光ファイバアレイを得るうえからは、従来と同様に、光ファイバアレイにおける光接続端面を当該光ファイバアレイによって光接続しようとする光ファイバの光軸に垂直な面に対して傾斜させることが好ましい。ここで、「光ファイバアレイにおける光接続端面を当該光ファイバアレイによって光接続しようとする光ファイバの光軸に垂直な面に対して傾斜させる」とは、光ファイバアレイを側面視したときに、前記の光軸に垂直な面と光接続端面とのなす角 θ （第29図参照）の角度が 6° 以上の所望角度になるように光接続端面を傾斜させることを意味する。

前記の角 θ の角度は光ファイバアレイを用いて光接続しようとする光ファイバのコアの屈折率や、光接続しようとする相手方が光導波路である場合には当該光導波路のコアの屈折率に応じて適宜選択可能である。例えば、光ファイバアレイを用いて光接続しようとする光ファイバが石英系シングルモード光ファイバであ

る場合、この光ファイバのコアの屈折率は約1.5であるので、前記の角 θ の角度は 8° 以上であることが好ましい。この場合、反射損失 -5.5 dB 以上が得られる。

したがって、接続損失の小さい突合せ型接続用の光ファイバアレイを容易に得るうえからは、上述した光ファイバガイドブロックは、側面のうちで光ファイバアレイの光接続端面に位置することになる側面が、光ファイバ固定用係合部に光ファイバに係合させたときにおける当該光ファイバの光軸に垂直な面と上記の角度をなすか、上記の角度から概ね $\pm 0.2^\circ$ 以内の角度をなすものであること

が好ましい。

光接続しようとする光ファイバの光軸に垂直な面と光接続端面とが目的とする角度をなす光ファイバレイを得るためには、光ファイバレイの光接続端面に位置することになる側面と上記光ファイバの光軸に垂直な面とをなす角度が目的とする角度である光ファイバガイドブロックおよび押さえブロックを仮に用いたとしても、光ファイバの接続端面自身を同じ角度に研磨する必要があるため、結局、研磨を行う必要がある。

しかしながら、光接続端面に位置することになる側面と上記光ファイバの光軸に垂直な面とをなす角度が目的とする角度をなすが、この角度から概ね±0.2°以内の角度をなす光ファイバガイドブロックおよび押さえブロックを用いた場合には、研磨しろが少なくてすむので研磨効率が向上する。また、研磨開始当初から研磨盤と被研磨面とが面接触するので、光ファイバガイドブロックおよび押さえブロックの後の欠けが防止され、これに伴って、欠けたガラスによって研磨面、特に光ファイバの研磨面に研磨傷が生じることや、研磨盤が損傷することが防止される。その結果、接続損失の小さい突合せ型接続用の光ファイバレイを容易に得ることが可能になる。このとき、光ファイバガイドブロックおよび後述する押さえブロックにおいて上記の研磨盤と接触する面の後が前述した自由表面からなる後であった場合には、当該後での欠けの発生をさらに効果的に防止することができる。

以上、本発明の光ファイバ固定用部材の1つである光ファイバレイ用の光ファイバガイドブロックについて説明したが、光ファイバレイ用の押さえブロッ

クもまた、本発明の光ファイバ固定用部材の1つである。以下、本発明の光ファイバ固定用部材の他の1つである押さえブロックについて詳述する。

上記の押さえブロックは、光ファイバガイドブロックの光ファイバ固定用係合部に係合した光ファイバを圧迫固定するためだけのもの（以下、このものを「光ファイバ用押さえブロック」という。）であってよい。光ファイバガイドブロックの台座部に被覆部ごと固定された光ファイバを前記被覆部の上から圧迫固定するためだけのもの（以下、このものを「被覆部用押さえブロック」という。）

光ファイバ用押さえブロックが光ファイバ押さえ平面を有している場合、当該光ファイバ押さえブロックは、光ファイバ押さえ平面の平面度または当該光ファイバ押さえ平面と側面（光ファイバレイに組み立てたときに光接続端面に位置することになる側面から見たときの左側面または右側面）との直角度の少なくとも一方が、固定しようとする光ファイバのコア径の値の1/1以内のものであることが好ましく、1/2以内のものであることがより好ましく、1/10以内のものであることが特に好ましい。このとき、当該光ファイバガイドブロックにおける側面同士（光ファイバレイに組み立てたときに光接続端面に位置することになる側面から見たときの左側面と右側面）の平行度および前記光ファイバ押さえ平面と上面との平行度は、固定しようとする光ファイバのコア径の値の1/1以内でなくてもよいが、これらの公差（前記の2つの平行度）の少なくとも一方については、固定しようとする光ファイバのコア径の値の1/1以内であることが好ましく、1/2以内であることがより好ましく、1/10以内であることが特に好ましい。

一方、上記の被覆部用押さえブロックは、光ファイバガイドブロックの台座部に被覆部ごと固定された光ファイバを前記被覆部の上から圧迫固定するための被覆部用係合部を有している必要がある。この被覆部用係合部は、通常、平面（以下「被覆部押さえ平面」という。）でよい。

被覆部用押さえブロックは、光ファイバガイドブロックの台座部に被覆部ごと固定された光ファイバを少なくとも前記被覆部の幅方向の全長に亘って上記の被覆部用係合部によって圧迫固定することができるものであればよい。したがって、被覆部用押さえブロックの幅方向の長さは、上記の被覆部用係合部を形成するに十分な長さであればよいが、実用上は、当該押さえブロックと組み合わされて使用される光ファイバガイドブロックに形成されている台座部の幅方向の長さ（台座部の幅方向の長さが当該台座部の底面側と表面（上面）側と異なる場合には、

表面（上面）側における長さ。）と同等か、または、わずかに短いことが好ましい。

）であってよい。光ファイバガイドブロックの光ファイバ固定用係合部に係合した光ファイバを圧迫固定し、かつ、前記光ファイバガイドブロックの台座部に被覆部ごと固定された光ファイバを前記被覆部の上から圧迫固定するためのもの（以下、このものを「両用押さえブロック」という。）であってよい。

光ファイバ用押さえブロックは、光ファイバガイドブロックの光ファイバ固定用係合部に係合した光ファイバを圧迫固定するための光ファイバ用係合部を有している必要がある。この光ファイバ用係合部の具体例としては、当該光ファイバ用係合部が設けられる側の面を上にして光ファイバ用押さえブロックの垂直断面をとったときに垂直断面形状がV字状、U字状、円弧状、コの字状等を呈する溝状のものや、平面が挙げられる。これらのなかでも、成形加工の容易さ、光ファイバガイドブロックに形成されている光ファイバ固定用係合部との整合性等の点から、平面（以下、この平面を「光ファイバ押さえ平面」という。）が好ましい。

上記の光ファイバ用押さえブロックは、光ファイバガイドブロックの光ファイバ固定用係合部に係合した全ての光ファイバを上記の光ファイバ用係合部によって圧迫固定することができるものであればよい。そして、光ファイバ用押さえブロックの幅方向の長さは、上記の光ファイバ用係合部を形成するに十分な長さであればよいが、実用上は、当該押さえブロックと組み合わされて使用される光ファイバガイドブロックの幅方向の長さ（光ファイバガイドブロックの幅方向の長さが当該光ファイバガイドブロックの底面側と光ファイバ固定用係合部が形成されている上面側と異なる場合には、光ファイバ固定用係合部が形成されている上面側における長さ。）と同等か、または、わずかに短いことが好ましい。また、光ファイバ用押さえブロックの奥行き方向の長さは、実用上、当該押さえブロッ

クと組み合わされて使用される光ファイバガイドブロックに形成されている光ファイバ固定用係合部の奥行き方向の長さ（光ファイバレイに組み立てたときに光接続端面に位置することになる側面から見たときの奥行き方向の長さ）と同等であることが好ましい。

被覆部用押さえブロックは、被覆部押さえ平面の平面度または当該被覆部押さえ平面と側面（光ファイバレイに組み立てたときに光接続端面側に位置することになる側面から見たときの左側面または右側面）との直角度の少なくとも一方が、固定しようとする光ファイバのコア径の値の1/1以内のものであることが好ましく、1/2以内のものであることがより好ましく、1/10以内のものであることが特に好ましい。このとき、当該光ファイバガイドブロックにおける側面同士（光ファイバレイに組み立てたときに光接続端面側に位置することになる側面から見たときの左側面と右側面）の平行度および前記被覆部押さえ平面と上面との平行度は、固定しようとする光ファイバのコア径の値の1/1以内でなくてもよいが、これらの公差（前記の2つの平行度）の少なくとも一方については、固定しようとする光ファイバのコア径の値の1/1以内であることが好ましく、1/2以内であることがより好ましく、1/10以内であることが特に好ましい。

上述した両用押さえブロックは、前述した光ファイバ用押さえブロックと被覆部用押さえブロックとを一体化させたものであり、その機能および形状は上述した光ファイバ用押さえブロックと被覆部用押さえブロックとを合わせたものである。この両用押さえブロックは、上述した光ファイバ用押さえブロックと被覆部用押さえブロックとを一体化させた形状のものをモールド成形することによって得ることができる。

両用押さえブロックは、光ファイバ押さえ平面と被覆部押さえ平面の各平面度、光ファイバ押さえ平面および被覆部押さえ平面と側面（光ファイバレイに組み立てたときに光接続端面に位置することになる側面から見たときの左側面または右側面）との直角度、ならびに光ファイバ押さえ平面および被覆部押さえ平面と上面との平行度の3種類の公差（前記の平面度、直角度および平行度）のうちの少なくとも1つが、固定しようとする光ファイバのコア径の値の1/1以内のものであることが好ましく、1/2以内のものであることがより好ましく、1/10以内のものであることが特に好ましい。

以上説明した光ファイバ用押さえブロック、被覆部用押さえブロックおよび両

用押さえブロックは、その位置決めを容易に行うことから、光ファイバガイドブロックの所定箇所に係合する係合部を有していることが好ましい。ここで、本発明でいう「光ファイバガイドブロックの所定箇所に係合する係合部」とは、本発明の光ファイバガイドブロックにおいて押さえブロックの位置決めを容易に行うため等の目的で形成される前述の係合部に前述のようにして係合する係合部を意味する。この係合部については既に説明済みであるので、ここではその説明を省略する。

また、上述した光ファイバ用押さえブロックまたは両用押さえブロックが、光ファイバ固定用係合部と同じ側の面に前述したガイドピン用溝状係合部が形成されている光ファイバガイドブロックと組み合わせられて用いられるものである場合には、当該光ファイバ用押さえブロックまたは両用押さえブロックは、ガイドピンと係合するガイドピン用係合部を有していることが好ましい。このガイドピン用係合部の具体例としては、当該ガイドピン用係合部が設けられる側の面を上にして押さえブロックの垂直断面をとったときの垂直断面形状がV字状、U字状、円弧状、コの字状等を呈する溝状のものや、平面（以下「ガイドピン押さえ平面」という。）が挙げられる。

これらのなかでも、成形加工の容易さ、光ファイバガイドブロックに形成されている光ファイバ固定用係合部との整合性等の点から、ガイドピン押さえ平面が好ましい。そして、このガイドピン押さえ平面の平面度は、ガイドピンを均等に押さえるために1 μ m以下であることが好ましく、特に0.5 μ m以下であることが好ましい。さらに、光ファイバ押さえ平面とガイドピン押さえ平面との平行度（本発明で押さえブロックについていう形状精度の1つ）は、前述したように、固定しようとする光ファイバのコア径の値の1/1以内であることが好ましく、1/2以内であることがより好ましく、1/10以内であることが特に好ましいが、とりわけ、1/20以内であることが好ましい。

接続損失の小さい突合せ型接続用の光ファイバアレイを容易に得るうえからは、上述した光ファイバ用押さえブロックまたは両用押さえブロックは、前述した本発明の光ファイバガイドブロックと同様に、側面のうちで光ファイバアレイの光

うにして得ることができる。

まず、樹脂等からなる被覆部によって光ファイバを保護してなる光ファイバコードやテープファイバ等の光伝送媒体から光ファイバの一端を所定長繰出させ、当該繰出させた光ファイバを光ファイバガイドブロックの光ファイバ固定用係合部に係合させる。このとき、光ファイバ固定用係合部には予め紫外線硬化型接着剤、熱硬化型接着剤等の接着剤を塗布しておく。光ファイバガイドブロックが台座部を有するものである場合には、繰出させた光ファイバを光ファイバガイドブロックの光ファイバ固定用係合部に係合させると共に、前記の被覆部（上記の光伝送媒体のうちで光ファイバを繰出させていない部分）を接着剤を用いて台座部に固定する。

次に、光ファイバ固定用係合部に係合した状態にある光ファイバおよびその周辺に接着剤を塗布し、その上から前述した光ファイバ用押さえブロックを当該光ファイバ用押さえブロックに形成されている光ファイバ用係合部が光ファイバに係合するようにして圧迫しながら載せ、この状態で前記の接着剤を硬化させることによって固着させる。光ファイバガイドブロックが台座部を有するものである場合には、光ファイバ用押さえブロックを上述のように固着させると共に、台座部に固定されている上記の光伝送媒体の被覆部上に接着剤を塗布し、その上から前述した被覆部用押さえブロックを当該被覆部用押さえブロックに形成されている被覆部用係合部が被覆部に係合するようにして圧迫しながら載せ、この状態で前記の接着剤を硬化させることによって固着させる。あるいは、光ファイバ固定用係合部に係合した状態にある光ファイバおよびその周辺並びに台座部に固定された被覆部およびその周辺に接着剤を塗布し、その上から前述した両用押さえブロックを当該両用押さえブロックに形成されている光ファイバ用係合部が光ファイバに、また、当該両用押さえブロックに形成されている被覆部用係合部が被覆部にそれぞれ係合するようにして圧迫しながら載せ、この状態で前記の接着剤を硬化させることによって固着させる。このようにして光ファイバガイドブロックと押さえブロックとを少なくとも光ファイバを介して固着させることにより、光ファイバアレイを得ることができる。

次に、本発明の光モジュールについて説明する。

接続側端面に位置することになる側面が、当該光ファイバ用押さえブロックまたは両用押さえブロックによって圧迫固定しようとする光ファイバの光軸に垂直な面に対して6°以上の所望の角度をなすように傾斜しているか、この角度から概ね $\pm 0.2^\circ$ 以内の角度をなすように傾斜しているものであることが好ましい。

以上、本発明の光ファイバ固定用部材である光ファイバガイドブロックおよび押さえブロックについて詳述したが、これらの光ファイバガイドブロックおよび押さえブロックは、発光素子、受光素子、レンズ、プリズム、フィルタ等の光学素子を光ファイバに対して位置決め・固定するための光学素子用溝状係合部を有するもの等であってもよい。本発明の光ファイバ固定用部材は、例えば後述する本発明の光ファイバ固定用部材の製造方法により、低コストの下に容易に量産することが可能である。

前述した本発明の光ファイバガイドブロックと、上述した本発明の押さえブロックまたは従来の押さえブロックと、光ファイバとを組み合わせることにより、光ファイバアレイを得ることができる。同様に、前述した本発明の光ファイバガイドブロックまたは従来の光ファイバガイドブロックと、上述した本発明の押さえブロックと、光ファイバとを組み合わせることにより、光ファイバアレイを得ることができる。これらの光ファイバアレイは、いずれも本発明の光ファイバアレイの1つである。光ファイバ同士または光ファイバと光学素子とをできるだけ高いアライメント精度の下に光接続するうえからは、本発明の光ファイバガイドブロックと本発明の押さえブロックと光ファイバとを組み合わせることで光ファイバアレイを得ることが好ましい。

上述した本発明の光ファイバアレイは、前述した本発明の光ファイバガイドブロックおよび/または前述した本発明の押さえブロックを構成部材としており、本発明の光ファイバガイドブロックおよび本発明の押さえブロックは、それぞれ低い製造コストの下に容易に量産することが可能なものである。したがって、本発明の光ファイバアレイは従来より低いコストの下に製造することが可能なものである。

なお、例えば、前述した本発明の光ファイバガイドブロックと前述した本発明の押さえブロックと光ファイバとからなる本発明の光ファイバアレイは、次のよ

本発明の光モジュールは、前述したように、上述した本発明の光ファイバアレイと、この光ファイバアレイによって固定されている光ファイバに光接続された光学素子または光ファイバとを具備していることを特徴とするものである。

本発明の光モジュールが、光ファイバアレイと、この光ファイバに固定されている光ファイバに光接続された光ファイバとを具備している場合、光ファイバアレイによって固定されている光ファイバに光接続されている前記の光ファイバは、他の光ファイバアレイに固定されているものであってもよいし、他の光ファイバ固定具によって固定されているものであってもよい。

一方、本発明の光モジュールが、光ファイバアレイと、この光ファイバアレイに固定されている光ファイバに光接続された光学素子とを具備している場合、前記の光学素子は、前記の光ファイバアレイを構成している光ファイバガイドブロック上に配設されていてもよいし、前記の光ファイバアレイとは別の基板上に配設されていてもよい。当該光学素子の種類は、目的とする光モジュールの用途等に応じて適宜選択される。光モジュールの構成部品としての光学素子の具体例としては、半導体レーザ、発光ダイオード等の発光素子、フォトダイオード等の受光素子、マイクロレンズ、波長板、偏光フィルタ、光増幅器、光導波路等が挙げられる。

本発明の光モジュールは、前述した本発明の光ファイバアレイを一構成部材としており、この光ファイバアレイは前述した本発明のガラス製光ファイバ固定用部材を構成部材としている。そして、本発明のガラス製光ファイバ固定用部材は、低い製造コストの下に容易に量産することが可能なものである。したがって、本発明の光モジュールは従来より低いコストの下に製造することが可能なものである。

次に、前述した本発明の光ファイバ固定用部材の製造方法について説明する。

本発明の光ファイバ固定用部材の製造方法は、前述したように、平面視上の形状が成形品の平面視上の形状と近似し、加圧成形時の加圧方向に位置する面が平面かまたは外側に凸の曲面を呈するブロック状のガラス成形予備体を、所定形状のキャビティを有する成形型内に配置し、該ガラス成形予備体をモールド成形することが可能な温度まで加熱して、自由表面からなる壁を少なくとも1つ有する

薄板状の成形品に加工成形することを特徴とするものである。

上記のガラス成形予備体としては、目的とする成形品の形状にかかわらずマール状のものを用いることも不可能ではない。しかしながら、寸法精度および形状精度の高い成形品を容易に得るうえからは、上述したように、平面視上の形状が目的とする成形品の平面視上の形状に近似するものを用いることが好ましい。すなわち、目的とする成形品が前述した本発明の光ファイバガイドブロックおよび押さえブロックのいずれであっても、平面視上の形状が矩形または略矩形を呈するガラス成形予備体を用いることが好ましい。ガラス成形予備体の平面視上の形状は、(a)実質的な矩形であってもよいし、(b)1または複数の角が丸みを帯びている点を除いて矩形を呈する形状であってもよいし、(c)実質的な台形であってもよいし、(d)1または複数の角が丸みを帯びている点を除いて台形を呈する形状であってもよいし、(e)互に対向する1組の辺を有し、これら1組の辺のうちの一方の辺から当該辺に対向する辺にかけて幅が段階的に減少している多角形であってもよいし、(f)1または複数の角が丸みを帯びている点を除いて前記(e)の多角形を呈する形状であってもよい。

また、本発明の方法でいう「加工成形時の加工方向に位置する面」とは、加工成形時に加工方向に移動する型要素（上型または下型、以下「可動型」という。）の成形面と接する面および当該面に対向する面の2つの面を意味する。したがって、上記のガラス成形予備体は、加工成形時の加工方向に位置する2つの面と側面とを有する立体である。

ガラス成形予備体の形状を上述のように目的とする成形品に近似する形状とすることにより、特に上記(a)または(b)の形状とすることにより、加工成形時にガラスが成形型内に実質的に均一に広がるようにすることが可能になり、これによって、局部的な成形バリの発生や転写精度不足となることを効果的に防止することが可能になる。すなわち、ガラス成形予備体としてその外形寸法が成形型の内側側面との間に実質的に均等に間隙を形成し得る寸法のものを用い、かつ、このガラス成形予備体を成形型の内側側面との間に実質的に均等に間隙を形成するようにして成形型内に配置して加工成形することにより、加工成形時にガラスが成形型内に実質的に均一に広がり、その結果として、成形型の内側側面の各々に

できる。ガラス成形予備体を成形型内に偏らせて配置する場合、ガラスの充填を遅らせようとする側の間隙（ガラス成形予備体と成形型内側側面との間隙）が、均等配置時の間隙（ガラス成形予備体と成形型の内側側面との間隙が均等となるように当該ガラス成形予備体を成形型内に配置したと仮定したときの当該間隙）の1.1～2.0倍となるように配置することが好ましい。

また、壁が曲面を呈するかまたは面取り加工されているガラス成形予備体を用いることによっても、加工成形時における成形型の角部へのガラスの充填が他の部分に比べて遅くなり、当該角部にガラスが完全には充填されないように容易に制御することが可能になる。その結果として、自由表面からなる壁を少なくとも1つ有する成形品を容易に得ることが可能になると共に、成形型角部での成形バリの発生を効果的に防止することが可能になる。

壁が曲面を呈するかまたは面取り加工されているガラス成形予備体を用いる場合、このガラス成形予備体は、全ての壁が曲面を呈するかまたは面取り加工されているものであってもよいし、所定の体積配分がなされているもの、すなわち特定の壁のみが曲面を呈するかまたは面取り加工されているものであってもよい。さらには、特定の壁が曲面を呈するかまたは面取り加工されており、かつ、当該壁を曲面にしたことまたは面取り加工したことによる体積の減少分が、他の壁を曲面にしたことまたは面取り加工したことによる体積の減少分より大きくなるように体積配分されているガラス成形予備体（前記「他の壁」が曲面を呈していない場合および面取り加工されていない場合を含む。）を用いてもよい。

モールド成形により成形品を量産する場合、個々の成形で使用するガラス成形予備体の体積は必ずしも一定ではなく、多少の変動が不可避的に生じるが、成形型の角部にガラスが完全には充填されないようにして自由表面からなる壁を少なくとも1つ有する成形品を成形した場合には、個々のガラス成形予備体の体積の変動を成形型角部へのガラスの充填の度合いによって吸収することができ、これによって、ガラス成形予備体の体積変動に起因する成形品の寸法精度および形状精度の変動を小さく抑えることが可能になるとともに、成形バリの発生を防止することが可能になる。また、成形品における壁の少なくとも1つは自由表面からなっているため、当該自由表面からなる壁については取替時の欠けを効果的に防

ガラスの端が実質的に同時に到達するようになる。このため、局部的な成形バリの発生が効果的に防止されると共に、転写精度不足となることも効果的に防止される。

ただし、本発明の光ファイバ固定用部材の説明の中で述べたように、寸法精度および形状精度が高い光ファイバ固定用部材を得るうえからは、当該光ファイバ固定用部材の後部側面を囲んでいる壁のうちの少なくとも1つを「自由表面からなる壁」にすることが好ましく、特に、後部側面を囲んでいる全ての壁を「自由表面からなる壁」にすることが好ましい。また、同様の観点から、後部側面を囲んでいる壁のうちの少なくとも1つの他に、底面を囲んでいる壁のうちで前記の後部側面に対向する側面（光ファイバレイに組み立てたときに光接続端面側に位置することになる側面）から前記の後部側面にかけての壁についても、「自由表面からなる壁」にすることが好ましい。このように、成形品における全ての壁を「自由表面からなる壁」にすることは必ずしも必要ではなく、成形品における所望の壁のみを「自由表面からなる壁」にしてもよい。

加工成形時における成形型角部へのガラスの充填は、当該角部とガラス成形予備体との距離が遠くなるほど遅くなる。また、長手方向と短手方向とがある成形品を得ようとする場合には、成形品において長手方向となる方向へのガラス充填の方が短手方向となる方向へのガラス充填よりも遅くなり易い。したがって、上記(c)～(f)の形状のガラス成形予備体を用いることにより、あるいは、成形型内にガラス成形予備体を配置するにあたって当該ガラス成形予備体を所望方向に偏らせて配置し、この状態で加工成形することにより、所望箇所に自由表面からなる壁を有する成形品を得ることが可能になる。

例えば平面視上の形状が矩形を呈する光ファイバ固定用部材を得る場合には、成形型の内側側面のうちで互に対向する1組の内側側面の各々とガラス成形予備体との間隙（例えば、光ファイバガイドブロックにおける幅方向の側面を形成する成形型内側側面とガラス成形予備体との間隙）のみが均等になるようにして当該ガラス成形予備体を成形型内に偏らせて配置して加工成形することによっても、局部的な成形バリの発生を防止しつつ目的とする寸法精度および形状精度を有する光ファイバ固定用部材（自由表面からなる壁を有するもの）を得ることが

止することができ、また、光接続のアライメントの際や光接続端面の研磨の際に用いる取付けジグの角部に達しをつける必要もなくなる。

ただし、ガラス成形予備体の厚みが成形品の最大厚みの1.4倍を超えると、加工成形時のガラス成形予備体の変形量が多くなる結果、加工成形時にガラスが成形型内に実質的に均一に広がることが困難になり、局部的な成形バリが発生し易くなる。また、ガラス成形予備体の厚みが成形品の最大厚みの1.1倍未満では、光ファイバガイドブロックを成形する際にガラス成形予備体の加工方向に対する変形量が少なくなって光ファイバ固定用係合部や台座部へのガラスの充填が不十分となり、転写性が低下する。したがって、上記のガラス成形予備体の厚みは成形品の最大厚みの1.1～1.4倍であることが好ましい。ここで、本発明でいう「成形品の最大厚み」とは、加工成形時の加工方向に平行な方向の成形品厚みの中で最も厚い部分の厚みを意味する。なお、単なる平板形状の押さえブロックを成形する場合には、成形によって外径寸法変化分を補うだけの厚みがガラス成形予備体であればよいので、ガラス成形予備体の厚みを成形品の最大厚みの1.1倍未満とすることも可能である。

ガラス成形予備体は、その厚みが上記の範囲内で実質的に一定のものであってもよいし、当該ガラス成形予備体の幅が一定であれば、上記の範囲内で、特定の側面から当該側面に対向する側面にかけて漸次または段階的に増加するように体積配分されているものであってもよい。厚みが漸次または段階的に増加している前記のガラス成形予備体を用いた場合には、成形品の壁のうちでガラス成形予備体の前記「特定の側面」を囲んでいる4つの壁それぞれに対応する壁を形成することになる4つの成形型角部のうちで少なくとも上側の角部については、加工成形時におけるガラスの充填が他の角部への充填より遅くなるので、少なくともこの角部にガラスが完全には充填されないように加工成形することにより、当該角部に対応する箇所の壁が自由表面からなる光ファイバ固定用部材を得ることができる。

光ファイバ固定用係合部と台座部とを有する光ファイバガイドブロックにおいては、光ファイバ固定用係合部と台座部との段差が大きくなるほど当該光ファイバガイドブロックに占める光ファイバ固定用係合部側の体積が大きくなる。した

が、光ファイバ固定用係合部と台座部とを有する光ファイバガイドブロックを得ようとする場合には、目的とする光ファイバガイドブロックにおける光ファイバ固定用係合部と台座部との段差が大きいほど、光ファイバガイドブロックの後部側面となる側へのガラスの充填が速くなるようにガラス成形予備体の形状や成形型内での配置を選択することが好ましい。このようにしてガラス成形予備体の形状（体積配分を含む。）や成形型内での配置を選択することにより、光ファイバ固定用係合部となる側においてガラスの充填を十分に行うに必要な量のガラスを確保することが可能になり、これにより、光ファイバ固定用係合部の光接続側端面付近の寸法精度および形状精度の高い光ファイバガイドブロックを得ることが可能になる。

上述したガラス成形予備体のうち後が曲面を呈するものは、例えば特開平2-14839号公報に開示されている方法、すなわち、空気、不活性ガス等の気体を吹き出すための細孔が開口している凹部を有する成形型を用い、成形しようとする熔融ガラス塊がこの成形型凹部の内面に接触しないように前記の細孔から気体を吹き出しながら、落下してくる前記の熔融ガラス塊を成形型の凹部によって受け、この熔融ガラス塊をその少なくとも表面の一部が軟化点以下の温度に達するまで非接触の状態で保持して冷却する方法により得ることができる。あるいは、ガラス母材から所望形状のブロックを切り出し、このブロックの後を熱間または冷間で曲面に加工することによっても得ることができる。そして、後が面取り加工されているガラス成形予備体は、例えば、ガラス母材から所望形状のブロックを切り出し、このブロックの後を面取り加工することによって得ることができる。

加圧成形時（モールド成形時）に離型膜や型材料が劣化すること等を抑えるうえからは、上記のガラス成形予備体は屈伏点が600℃以下のガラスからなるものであることが好ましい。また、石英ガラスやシリコン等の熱膨張係数の小さい基板上に形成された光導波路と石英系シングルモード光ファイバとを光接続するために用いる光ファイバ固定用部材を得る場合には、温度変化に起因する光接続部分での接続損失が小さい光ファイバ固定用部材を得るうえから、上記のガラス成形予備体は室温～400℃における平均熱膨張係数が $7.0 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以下の

はこれらの上型、下型および胴型のそれぞれを指す。）間に所定のクリアランス（空隙）が形成されるように当該型要素を組み合わせて構成されるわけであるが

本発明でいう「所定形状のキャビティを有する成形型」とは、型要素間のクリアランスを除いて、目的とする成形品の形状に応じた密閉空間を形成し得る成形型を意味する。

各型要素の型材料は、ガラスのモールド成形に使用し得る耐酸化性およびガラスとの非反応性を有し、かつ、高温環境下において組織変化や塑性変形を生じないものが好ましく、その具体例としては炭化珪素、窒化珪素、炭化タングステン、アルミナ、ジルコニア、結晶化ガラス、シリコン、炭化チタンと窒化チタンのサーメット等が挙げられる。各型要素は、所望の型材料を所定形状に成形した後、離型のために炭素系、白金合金系等の離型膜を表面コーティングすることにより得ることができる。

本発明の方法によって光ファイバ固定用係合部のみを有する光ファイバガイドブロックを製造する場合、成形型としては上型および下型の2つの型要素からなるものを用いてもよいし、上型、下型および胴型の3つの型要素からなるものを用いてもよい。いずれの場合でも、目的とする光ファイバガイドブロックの側面を形成するための成形面を有する型要素（上型および下型の2つの型要素からなる成形型にあっては上型および下型のいずれか一方（通常は下型）、上型、下型および胴型の3つの型要素からなる成形型にあっては胴型）は、室温～400℃における平均熱膨張係数がガラス成形予備体の前記平均熱膨張係数よりも $5 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ～ $7.0 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 小さい型材料からなることが好ましい。

光ファイバガイドブロックの側面を形成するための成形面を有する型要素の型材料についての室温～400℃における平均熱膨張係数がガラス成形予備体の前記平均熱膨張係数より大きい場合、あるいは、ガラス成形予備体の前記平均熱膨張係数より小さくてもその差が $5 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 未満の場合には、成形品を当該型要素から取り出すことが困難になる。一方、当該型要素を形成している型材料についての室温～400℃における平均熱膨張係数がガラス成形予備体の前記平均

ガラスからなるものであることが好ましい。

そして、紫外線硬化型接着剤を用いて光ファイバ固定用部材同士（光ファイバガイドブロックと押さえブロック）、あるいは当該光ファイバ固定用部材を用いた光ファイバアレイと他の光ファイバアレイもしくは光学素子とを固着することができ、光ファイバ固定用部材を得るうえからは、上記のガラス成形予備体は波長350nmの紫外線を2mm厚みで30%以上、好ましくは60%以上透過するガラスからなるものか、または波長300nmの紫外線を2mm厚みで60%以上透過するガラスからなるものであることが好ましい。

屈伏点が600℃以下で、室温～400℃における平均熱膨張係数が $7.0 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以下で、波長350nmの紫外線を2mm厚みで30%以上透過するガラスの具体例としては、本発明の光ファイバ固定用部材の説明の中で例示したものが挙げられる。

目的とする成形品は、成形品の形状に応じた所定形状のキャビティを有する成形型内に上述したガラス成形予備体を配置し、当該ガラス成形予備体をモールド成形することが可能な温度、すなわち、ガラスの粘度が 1.0×10^{-1} ～ 1.0×10^{-2} ポアズ程度になる温度まで加熱して、自由表面からなる後を少なくとも1つ有する成形品が得られる条件で加圧成形することにより得ることができる。

上記の成形型としては、その寸法公差および形状公差が目的とする成形品の寸法精度および形状精度より高いものを用いることが好ましい。当該成形型は、目的とする成形品の形状に応じた所定形状のキャビティを有するものであれば上型と下型との2つからなるものであってもよいし、上型、下型および胴型の3つからなるものであってもよいが、できるだけ高い寸法精度および形状精度を有する光ファイバ固定用部材を得るうえからは、上型、下型および可動部のない一体構造の胴型の3つからなるものが好ましい。また、所望の厚さの成形品が得られるよう、可動型の移動を所定の位置で止めるためのストッパを有していることが好ましい。

なお、成形型は、型要素（成形型が上型と下型とからなる場合にはこれらの上型および下型のそれぞれを指し、成形型が上型、下型および胴型からなる場合に

熱膨張係数より小さくても、その差が $7.0 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ を超えて大きいと、加圧成形後の成形品がガラスの変形が可能な高温領域を経て冷却する過程で成形型の壁面に引っ張られ、その結果として、得られる光ファイバガイドブロックの寸法精度や形状精度が悪化する。上記の型要素の型材料としては、室温～400℃

における平均熱膨張係数がガラス成形予備体の前記平均熱膨張係数よりも $7 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ～ $4.0 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 小さいものが特に好ましい。

また、本発明の方法によって光ファイバ固定用係合部と台座部とを有する光ファイバガイドブロックを製造する場合に使用する成形型は、光ファイバ固定用係合部を形成するための第1の成形部と台座部を形成するための第2の成形部とを有する型要素を上型または下型として用いる点を除いて、光ファイバ固定用係合部のみを有する光ファイバガイドブロックを製造する際に使用する上述の成形型に準ずることができる。

ただし、上記第1の成形部と第2の成形部とを有する型要素は、1つの部材を機械加工やエッチング等によって加工して得ることも可能であるが、第1の成形部と前記第2の成形部との間には段差を設ける必要があり、この段差部およびその近傍においても所望の精度を有する第1の成形部を1つの部材上に機械加工やエッチング等によって形成することは困難である。したがって、当該型要素は、前記第1の成形部および第2の成形部を機械加工やエッチング等によってそれぞれ別個の部材に形成した後、これらの部材を一体化して得ることが好ましい。

第1の成形部は、他の型要素と同様に、室温～400℃における平均熱膨張係数がガラス成形予備体の前記平均熱膨張係数よりも $5 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ～ $7.0 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 小さい型材料からなることが好ましい。一方、第2の成形部は、当該第2の成形部が台座部の他に側壁部をも形成するためのものである場合には特に、室温～400℃における平均熱膨張係数がガラス成形予備体の前記平均熱膨張係数よりも $5 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ～ $7.0 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 大きい型材料からなることが好ましい。

当該第2の成形部を形成している型材料についての室温～400℃における平均熱膨張係数がガラス成形予備体の前記平均熱膨張係数より小さい場合、あるいは

は、ガラス成形予備体の前記平均熱膨張係数より大きくてもその差が 5×10^{-1} /℃未満の場合には、型型が困難になる。一方、当該第2の成形部を形成している型材料の室温～400℃における平均熱膨張係数がガラス成形予備体の前記平均熱膨張係数より大きくても、その差が 70×10^{-1} /℃を超えて大きいと、加圧成形後の成形品がガラスの成形が可能な高温領域を経て冷却する過程で当該

第2の成形部の壁面に引っ張られ、その結果として、得られる光ファイバガイドブロックの寸法精度および形状精度が悪化する。上記第2の成形部の型材料としては、室温～400℃における平均熱膨張係数がガラス成形予備体の前記平均熱膨張係数より $7 \times 10^{-1} \sim 40 \times 10^{-1}$ /℃大きいものが特に好ましい。

上記第1の成形部が形成された部材と上記第2の成形部が形成された部材とを一体化してなる型要素は、耐熱性接着剤等の接着剤を用いて前記2つの部材を一体化する。固定枠等の固定部材を用いて前記2つの部材を機械的に一体化する、または接着剤と固定部材を併用して前記2つの部材を一体化することにより得ることができる。

2つ以上の部材を一体化して1つの型要素を形成するにあたって接着剤を使用した場合には、接着剤の粘性のために接着剤層の厚さが概ね $10 \sim 50 \mu\text{m}$ の範囲で変動し、部分的に接着剤層の厚さが変動する結果として、最終的に得られる型要素の精度が低下し易い。このため、接着剤を用いて一体化することによって得た型要素と当該型要素に近接して配置される型要素との間のクリアランスを大きめに設定することが必要になる。できるだけ高い寸法精度および形状精度を有する成形品を得るうえからは 100 kg f/cm^2 以上という高圧での加圧成形が望ましく、このような高圧成形条件下においては、 $10 \mu\text{m}$ を超えるクリアランスにはガラスが侵入し易くなる。したがって、できるだけ高い寸法精度および形状精度を有する成形品を得るためには型要素間のクリアランスを $10 \mu\text{m}$ 以下にすることが望ましいが、接着剤を用いて一体化することによって得た型要素と当該型要素に近接して配置される型要素との間のクリアランスを $10 \mu\text{m}$ 以下にすることは困難である。

また、接着剤の硬化の際には硬化収縮によるひけや気泡が生じ易く、ひけや気

る、等の方法を適用することが好ましい。また、固定枠を機械的に固定するためネジを用いる場合、当該ネジは、一体化しようとする部材との熱膨張差による緩みを防ぐため、各部材の熱膨張係数に近い熱膨張係数を有する材料により形成することが好ましい。

上述のようにして2つ以上の部材を機械的に一体化することにより、所望の精度を有し、かつ、近接して配置される型要素との間のクリアランスを例えば $10 \mu\text{m}$ 以下にすることが容易な型要素を得ることができる。

一方、本発明の方法によって押さえブロックを製造する場合に使用する成形型は、光ファイバ固定用係合部のみを有する光ファイバガイドブロックを製造する際に使用する上述の成形型に準ずることができる。

光ファイバガイドブロックおよび押さえブロックのいずれを得る場合でも、凹部を形成するための型要素もしくは成形部の型材料としては、当該凹部の形状や大きさ等に応じて変動する型型性を勘案して、室温～400℃における平均熱膨張係数がガラス成形予備体の前記平均熱膨張係数より 5×10^{-1} /℃～ 70×10^{-1} /℃大きい型材料を適宜使用することが好ましい。

本発明の方法では、上述した成形型を用いて前述したガラス成形予備体を加圧成形することにより、自由表面からなる壁を少なくとも1つ有する薄板状の光ファイバ固定用部材を得るわけであるが、このときの加圧成形条件は、目的とする光ファイバ固定用部材に要求される寸法精度および形状精度、ガラス成形予備体の組成、加圧成形に用いられる加熱媒体や雰囲気等に応じて、圧力条件については概ね $100 \sim 150 \text{ kg f/cm}^2$ の範囲内で、温度条件についてはガラスの粘性が概ね $10^{10} \sim 10^{14}$ ポイズとなる温度の範囲内で、適宜選択される。

以上説明した本発明の方法によれば、前述した種々の形状の光ファイバガイドブロックおよび押さえブロックを低コストの下に容易に量産することができる。そして、成形品の後部側面を囲んでいる4つの壁のうちの少なくとも1つが「自由表面からなる壁」となるようにガラス成形予備体の形状（体積配分を含む。）および/または成形型内の配置を選択して加圧成形することにより、ガラス成形予備体の加圧成形時において、成形品の後部側面になる側の側面と対向する側面

泡が生じた場合には当該ひけや気泡の部分へのガラスの侵入が起こり易くなり、得られる成形品の寸法精度または形状精度が低下し易くなる。逆に接着剤がはみ出した場合には、得られる成形品の寸法精度または形状精度が低下する他、当該はみ出し部分には離型膜が付着しづらことから、加圧成形時にガラスと接着剤とが反応して離型が困難になり易い。

さらに、成形型を長期間に亘って使用する場合には、それぞれの型要素の表面

を再研磨するといったメンテナンスが必要であり、接着剤を用いて一体化されている型要素の表面を再研磨するにあたっては当該型要素を再分割することが望ましいが、その際に型要素に損傷を与えることなく接着部を剥離することは極めて困難である。

したがって、高い寸法精度および形状精度を有する成形品を得ることができ、かつ、メンテナンスが容易である型要素を2つ以上の部材を一体化することによって形成しようとする場合には、固定部材を用いて各部材を機械的に一体化することが好ましい。固定部材を用いての一体化は、一体化しようとする部材同士の貼り合わせ面において位置ずれが生じるのを防止するうえから、例えば次のようにして行うことが好ましい。すなわち、一体化しようとする部材のそれぞれに位置決め用の基準面を設け、当該基準面を利用して各部材の位置決めを行いつつ、各部材との間にクリアランスを殆ど生じない固定枠によってこれらの部材を押さえ込むことにより一体化する。固定枠は、(1)各部材にネジ止めする、(2)各部材が台座を有している場合には当該台座にネジ止めする、(3)間接的に他の構成部品によって機械的に圧迫する、等の方法により機械的に固定することが好ましい。

なお、上述のようにして2つ以上の部材を機械的に一体化した場合でも、固定枠と各部材との間のクリアランスの分だけ寸法ずれを生じることがある。この寸法ずれを防止するためには、(a)固定枠を複数の固定部材に分割し、部材間（型要素を構成する部材間）にクリアランスが生じないように各基準面を圧迫しつつ前記の固定部材によって別々に固定する、あるいは、(b)互いに係合するテーパ面を前記の基準面と固定枠の両方に設けてクリアランスをできるだけ小さくす

（成形品を用いて光ファイバアレイを組み立てたときに光接統側端面に位置することになる側面）側へのガラスの充填度合いが高まる。その結果として、製造しようとする光ファイバ固定用部材（成形品）が光ファイバガイドブロックであった場合には、光ファイバ固定用係合部の光接統側端面付近の寸法精度および形状精度を高めることができる。また、成形品の後部側面を囲んでいる壁のうちの少なくとも1つの他に、底面を囲んでいる壁のうちの後部側面に対向する側面（成形品を用いて光ファイバアレイを組み立てたときに光接統側端面に位置することになる側面）から後部側面にかけての壁も「自由表面からなる壁」となるように

加圧成形した場合には、光ファイバ固定用係合部の光接統側端面付近の寸法精度および形状精度が向上した光ファイバガイドブロックを得ることが可能になると同時に、後述するようにジグへの取付けが容易な光ファイバガイドブロックを得ることが可能になる。

また、光ファイバ固定用部材（光ファイバガイドブロックおよび/または押さえブロック）の後部側面を囲んでいる壁のうちの使用時において光ファイバ側または光ファイバの被覆部側に位置する壁が「自由表面からなる壁」であった場合には、当該光ファイバ固定用部材を利用した光ファイバアレイによって光ファイバを固定したときに、後部側面側の縁部において光ファイバまたは光ファイバの被覆部に応力が集中することを防ぐことができる。

一方、「自由表面からなる壁」が光ファイバガイドブロックにおける底面（使用時における底面）および/または側面、あるいは押さえブロックにおける上面（使用時における上面）および/または側面であった場合には、下記(1)～(3)の効果が得られる。

- (1) 上記の光ファイバガイドブロックまたは押さえブロックや、上記の光ファイバガイドブロックおよび/または押さえブロックを構成部材とする光ファイバアレイをジグによって固定する際に、ジグへの押さえ付けがスムーズになることから、ジグを損傷し難くなる。
- (2) 壁の欠けが発生し難くなり、これに伴ってマイクロダストの発生が低減する。

(3) 交差する2面(側面同士または側面と底面)での面合わせがより確実にできるようにすることから、研磨ジグやファイバ固定ジグ、アライメントジグ等への取付け精度が向上する。

そして、光ファイバ固定用部材(光ファイバガイドブロックおよび/または押さえブロック)の側面を囲んでいる壁のうちで、当該光ファイバ固定用部材を光ファイバアレイに組み立てたときに光接続端面に位置することになる側面を囲んでいる壁の少なくとも1つが「自由表面からなる壁」であった場合には、光接続端面が光ファイバの光軸に垂直な面に対して傾斜している光ファイバアレイを得るための研磨工程、特に粗研磨工程での壁の欠けが発生しなくなる。

なお、上述した本発明の方法は、ポリゴンミラー、直角プリズム等の異形光学

素子の製造に応用することもできる。ポリゴンミラーは、ガスレーザ方式のレーザビームプリンタにおいて平行光線レーザ光を感光体面上に回転走査する等の用途に使用される回転多面鏡であり、第24図に示すように、当該ポリゴンミラー190は回転軸相部に貫通孔191を有する六角柱構造(第24図に示したものは六角柱構造であるが、六角柱以外の多角柱構造であってもよい。)を有している。このポリゴンミラーにおいては、各側面に光学的精度が要求されている。一方、直角プリズムは、各種光学システムにおけるビーム光の偏向や、像の反転あるいは回転、白色光の分光等の用途に使用されるものであり、光学的精度を有する面同士がなす角度、例えば第25図に示す直角プリズム195においては上面196と斜面197とがなす角 θ_1 の角度についてその精度が要求されている。

本発明の方法を応用してポリゴンミラーをモールド成形する場合、成形型としては、加圧成形時の加圧方向から見たときに内側側面が所望の多角形を呈し、上型に貫通孔形成用の凸部が形成されている成形型を用いることが好ましい。このとき、上記の凸部を有する上型は、室温 $\sim 400^\circ\text{C}$ における平均熱膨張係数がガラス成形予備体の前記平均熱膨張係数よりも $5 \times 10^{-7}/^\circ\text{C} \sim 70 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ で大きい材料からなっていることが好ましく、上型以外の型要素は室温 $\sim 400^\circ\text{C}$ における平均熱膨張係数がガラス成形予備体の前記平均熱膨張係数よりも $5 \times$

なお、本発明の方法を応用してポリゴンミラー、直角プリズム等の異形光学素子を製造する場合、ガラス成形予備体としては、本発明の光ファイバ固定用部材についての説明の中で例示したガラスからなるもの他、ランタン系のM-L-a-F81(HOYA(株)製調材。ガラス転移点:498℃屈伏点:534℃、室温 $\sim 400^\circ\text{C}$ における平均熱膨張係数: $108 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$)やバリウム系のM-BaCD12(HOYA(株)製調材。ガラス転移点:498℃、屈伏点:538℃、室温 $\sim 400^\circ\text{C}$ における平均熱膨張係数: $88 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$)等、屈伏点が 600°C 以下である種々の光学ガラスからなるものを用いることができる。

以下、本発明の実施例について図面を用いて説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

実施例1

(1) 光ファイバガイドブロックの製造

まず、 SiO_2 を13.3wt%、 B_2O_3 を32.2wt%、 ZnO を44.5wt%、 Al_2O_3 を5.5wt%、 Li_2O を4.5wt%それぞれ含有し、さらに、外割りの低加量で SnO_2 を0.1wt%含有するガラス素材を熱間で予備成形して、壁が曲面を呈する幅3.5mm、長さ10.5mm、厚さ2.05mmのブロック状のガラス成形予備体を得た。このガラス成形予備体の垂直断面形状は、角部が丸みを帯びている点を除いて矩形を呈し、平面視上の形状もまた、角部が丸みを帯びている点を除いて矩形を呈する。したがって、このガラス成形予備体において加圧成形時の加圧方向に位置する面(当該ガラス成形予備体の厚さ方向の面)は、平面を呈する。なお、上記のガラス素材のガラス転移点は 477°C 、屈伏点は 511°C 、室温 $\sim 400^\circ\text{C}$ における平均熱膨張係数は $66.5 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 、2mm厚みでの波長350nmの紫外線の透過率は90%以上である。

また、型材料として炭化タングステン(室温 $\sim 400^\circ\text{C}$ における平均熱膨張係数: $55 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$)を用いて、上型、下型および胴型からなる成形型を得た。

第1図に示すように、上記の成形型1を構成している上型2は、V溝からなる互いに平行な8本の光ファイバ固定用係合部を形成するための第1の成形部3と

$10^{-7}/^\circ\text{C} \sim 70 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 小さい材料からなっていることが好ましい。

ガラス成形予備体としては、加圧成形時の加圧方向に位置する面が平面かまたは外側に凸の曲面を呈し、壁が曲面を呈するかまたは面取り加工されているブロック状のガラスからなり、その外形寸法が成形型の内側側面との間に実質的に均等に間隙を形成し得る寸法で、その厚みが成形品の最大厚みの1.1 \sim 2.4倍であるものを用いることが好ましい。

成形型の内側側面との間に実質的に均等に間隙を形成するようにして上記のガラス成形予備体を当該成形型内に配置して加圧成形することにより、寸法精度および面精度が高く、製品間の精度のばらつきが小さいポリゴンミラーを低コストの下に容易に量産することができる。

一方、本発明の方法を応用して直角プリズムをモールド成形する場合、成形型

としては、加圧成形時の加圧方向から見たときに内側側面が所望の矩形を呈し、上面と当該上面に対して所定の角度をなす斜面とを形成するための型要素として、前記上面を形成するための成形部と前記斜面を形成するための成形部とをそれぞれに別個に作成した後にこれらを一体化して得たものからなる型要素を備えた成形型を用いることが好ましい。各型要素の型材料としては、室温 $\sim 400^\circ\text{C}$ における平均熱膨張係数がガラス成形予備体の前記平均熱膨張係数よりも $5 \times 10^{-7}/^\circ\text{C} \sim 70 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 小さいものを用いることが好ましい。

ガラス成形予備体としては、加圧成形時の加圧方向に位置する面が平面かまたは外側に凸の曲面を呈し、壁が曲面を呈するかまたは面取り加工されているブロック状のガラスからなり、その外形寸法が成形型の内側側面との間に実質的に均等に間隙を形成し得る寸法で、その厚みが成形品の最大厚みの1.1 \sim 2.4倍であるものを用いることが好ましい。

成形型の内側側面との間に実質的に均等に間隙を形成するようにして上記のガラス成形予備体を当該成形型内に配置して加圧成形することにより、寸法精度、面精度および前記上面と前記斜面とのなす角 θ_1 の角度の精度が高く、製品間の精度のばらつきが小さい直角プリズムを低コストの下に容易に量産することができる。

、光ファイバガイドブロックの幅と同じ幅を有する台座部を当該光ファイバガイドブロックに形成するための第2の成形部4とを有している。

第1の成形部3は四角柱状を呈し、その使用時における下端部には、形成しようとする光ファイバ固定用係合部の形状に対応して、長手方向の垂直断面形状が矩形を呈し、短手方向の垂直断面形状が二等辺三角形を呈する長さ5mm、高さ170 μm 、基部の幅250 μm の凸部3aが8本、 $250 \pm 0.3 \mu\text{m}$ のピッチで互いに平行に形成されている。また、第1の成形部3の使用時における上端部には、第2の成形部4に接する面側を除いて、使用時において胴型5の上面によって係止されるつば部3bが形成されている。

一方、第2の成形部4も四角柱状を呈するが、その使用時における下面は平面からなり、当該下面は第1の成形部3の使用時における下面(8つの凸部3aを除いた平面)より250 μm だけ下方(使用時における下方)に突出している。したがって、第1の成形部3と第2の成形部4との境界には段差がある。また、第2の成形部4の使用時における上端部にも、第1の成形部3に接する面側を除

いて、胴型5の使用時における上面によって係止されるつば部4aが形成されている。

これら第1の成形部3および第2の成形部4はそれぞれ別個の部材からなり、各部材は固定枠6によって機械的に一体化されている。そして、固定枠6は図示を省略した炭化タングステン(室温 $\sim 400^\circ\text{C}$ における平均熱膨張係数: $55 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$)製のネジによって各部材に固定されている。第1の成形部3と第2の成形部4とのクリアランスは4 μm である。

胴型5は、その内側側面によって目的とする光ファイバガイドブロックの側面を形成するためのものであり、水平断面が矩形枠状を呈する筒体からなるが、その上端部内側には、上記の固定枠6と係合する固定枠用係合部5aが形成されている。この胴型5を平面視したときの寸法は $5 \times 12 \text{ mm}$ である。加圧成形時には、この胴型5の使用時における上方から上述した上型2が所定の深さまで、すなわち、胴型5の上面によって上型2のつば部3b、4aが係止されるまで挿入される。したがって、上型2のつば部3b、4aは加圧成形時においてス

トッパーとして機能する。

下型7は、目的とする光ファイバガイドブロックの底面を形成するための四角柱状の成形部7aを有し、この成形部7aの使用時における上面は平面からなる。また、成形部7aの使用時における下端面には、胴型5の使用時における下面を係止するためのつば部7bが形成されている。加圧成形時には、この下型7は固定配置され、つば部7bによって胴型5の下面が係止されるようにして当該下型7上に胴型5が配置される。その結果として、成形部7aの上面は胴型5の内部空間に位置することになる。成形部7aの上面上にガラス成形予備体8が置かれる。

なお、上述した第1の成形部3の下面および当該下面からつば部3bの下面にかけての側面、第2の成形部4の下面および当該下面からつば部4aの下面にかけての側面、胴型5の内側側面（固定枠用係合部5aの表面を含む。）、並びに成形部7aの上面および当該上面からつば部7bにかけての側面には、スパッタリング法によって厚さ500オングストロームの白金合金系層膜9がそれぞれ形成されている。そして、表面に層膜9を有する上記8つの凸部3aの寸法精

度（ピッチおよび高さについての寸法精度）は $\pm 0.3 \mu\text{m}$ 以内であり、第1の成形部3の下面のうち8つの凸部3aを除いた部分、第2の成形部4の下面、胴型5の内側側面および成形部7aの上面の平面度はいずれも $1.0 \mu\text{m}$ 以内におさまっていた。

上述した層膜9を有する上型2、胴型5および下型7からなる成型型1は、上型2と胴型5のクリアランスおよび胴型5と下型7とのクリアランスがそれぞれ $6 \mu\text{m}$ 、加圧成形時における上型2と下型7との距離のうち第1の成形部3の下面（8つの凸部3aを除いた平面）と成形部7aの上面との距離が 1.5mm 、第2の成形部4の下面と成形部7aの上面との距離が 1.25mm となるように作製されている。

上記の成型型1と前述したガラス成形予備体8とを用いて以下のようにして加圧成形（モールド成形）を行って、目的とする光ファイバガイドブロックを得た。

(2) 精度の測定および評価

上記の光ファイバガイドブロック10に形成されている光ファイバ固定用係合部11について、その寸法精度を以下のようにして測定した。

まず、先端のアルが $25 \mu\text{m}$ の触針を備えた触針式の輪郭形状測定機（東京精密社製のコンターレコード2600C）を用い、当該輪郭形状測定機の触針を光ファイバ固定用係合部11の長手方向と直交する方向に走査させて、各光ファイバ固定用係合部11およびその近傍の輪郭座標を求め、その輪郭形状を表示装置の画面に表示させた。次に、第3図に示すように、前記の画面上で各光ファイバ固定用係合部11のそれぞれに石英系シングルモード光ファイバの外径に相当する直径 $125 \mu\text{m}$ の円15を1つずつ仮想的に挿入し、光ファイバ固定用係合部11の2つの斜面（内壁面）に円15が接したときの各円15の中心座標を求めた。

そして、当該各円15の中心座標を基に、互いに隣接する2つの円15の中心間の距離（単一ピッチ） $l_1 \sim l_8$ およびその寸法精度（単一ピッチ精度）、光ファイバガイドブロック10の幅方向左側の最も外側に位置する光ファイバ固定用係合部11に仮想的に挿入した円15の中心から他の円15の中心までの距離（累積ピッチ） $L_1 \sim L_8$ およびその寸法精度（累積ピッチ精度）、ならびに、各円15の中心と光ファイバ固定用係合部11の幅方向右側に位置する縁部の上面16を含む平面との垂直距離 $d_1 \sim d_8$ およびその寸法精度（深さ精度）を求めた。

また同様の方法により、光ファイバ固定用係合部11を形成するために上型2の第1の成形部3に設けられている8つの凸部3aについて、その単一ピッチ $l_1 \sim l_8$ およびその寸法精度、累積ピッチ $L_1 \sim L_8$ およびその寸法精度、ならびに上記の垂直距離 $d_1 \sim d_8$ に対応する部分の高さ（深さ）およびその寸法精度を求めた。

なお、光ファイバ固定用係合部11および第1の成形部3に形成されている凸部3aのいずれについても、上記の単一ピッチ $l_1 \sim l_8$ の設計値は $250 \mu\text{m}$ であり、上記の深さ（凸部3aにあつては高さ） $d_1 \sim d_8$ の設計値は $52.8 \mu\text{m}$ である。

まず、下型7のつば部7bによって胴型5の下面が係止されるようにして両者を係合させた後、下型7の成形部7aの上面上に、胴型5の内側側面との間に実質的に均等に間隙を形成するようにしてガラス成形予備体8を置いた。また、胴型5の土方に上型2を保持した。第1図(a)はこのときの成型型1およびガラス成形予備体8の短手方向の垂直断面の概略を示す図であり、第1図(b)はこのときの成型型1およびガラス成形予備体8の長手方向の垂直断面の概略を示す図である。

次に、上述のようにして下型7の上面上に配置されたガラス成形予備体8をその温度が 560°C （このときのガラスの粘度は 10^4 ポイズ）となるように成型型1ごと窒素雰囲気中で加熱し、この状態で、上型2を当該上型2のつば部3b、4aが胴型5の上面に係止されるまで $150 \text{kg}/\text{cm}^2$ の成形圧で胴型5内に挿入し、120秒間加圧成形した。第1図(c)はこのときの成型型1および成形品10の短手方向の垂直断面の概略を示す図であり、第1図(d)はこのときの成型型1および成形品10の長手方向の垂直断面の概略を示す図である。

この後、室温にまで冷却してから成形品10を成型型1から取り出した。得られた成形品10は、第2図に示すように、長さ 5mm 、深さ $170 \mu\text{m}$ 、上端の幅 $250 \mu\text{m}$ のV溝からなる互いに平行な8本の光ファイバ固定用係合部11と

当該光ファイバ固定用係合部11の上端面よりも一段低い位置に形成された台座部12とを片面に有する光ファイバガイドブロック（以下「光ファイバガイドブロック10」という。）である。この光ファイバガイドブロック10の幅は 5mm 、長さは 12mm 、最大厚みは 1.5mm であり、台座部12の幅は光ファイバガイドブロックの幅と同じである。また、この光ファイバガイドブロック10の縁のうち、上型2と胴型5との間のクリアランス部、下型7と胴型5との間のクリアランス部および上型2における第1の成形部3と第2の成形部4との間のクリアランス部に対応する箇所はそれぞれ自由表面からなり、当該光ファイバガイドブロック10の平面視上の形状は略矩形を呈する。

上記の測定結果を表1に示す。

表 1

	成形型の寸法精度 (μm)	成 形 品	
		実 測 値 (μm)	寸法精度 (μm)
単一ピッチ	l_1	-0.1	249.8
	l_2	-0.1	250.2
	l_3	+0.1	250.2
	l_4	+0.2	249.9
	l_5	± 0	250.1
	l_6	-0.3	250.0
	l_7	+0.1	249.9
	l_8	-0.1	249.8
累積ピッチ	L_1	-0.2	500.0
	L_2	-0.1	750.2
	L_3	+0.1	1000.1
	L_4	+0.1	1250.2
	L_5	-0.2	1500.2
	L_6	-0.1	1750.1
	L_7	+0.1	52.7
	L_8	± 0	52.9
深さ	d_1	+0.2	52.6
	d_2	+0.1	52.5
	d_3	-0.1	52.8
	d_4	-0.2	52.9
	d_5	-0.1	53.1
	d_6	-0.2	52.9
	d_7	+0.1	52.7
	d_8	+0.1	52.9

*：成型型については「高さ」を示し、成形品については「深さ」を示す。

表1に示したように、光ファイバガイドブロック10についての上記単一ピッチ精度、累積ピッチ精度および深さ精度はいずれも $\pm 0.3 \mu\text{m}$ 以内であり、得られた光ファイバガイドブロック10の寸法精度は高い。そして、上型2の第1の成形部3に形成されている8つの凸部3aについての単一ピッチ $l_1 \sim l_8$ の寸法精度、累積ピッチ $L_1 \sim L_8$ の寸法精度および高さ $d_1 \sim d_8$ の寸法精度が

いずれも $\pm 0.3\mu\text{m}$ 以内であることから、高い転写精度の下にモールド成形がなされたことが確認された。なお、成形品の単一ピッチ、累積ピッチおよび深さについては、成形品の目標寸法に対して補正を行った。成形型と成形品のガラス素材との熱膨張係数差を考慮して、前記の補正値は決定された。

また、上述した寸法精度を求める場合と同様にして、各光ファイバ固定用係合部11に光ファイバをそれぞれ係合させたときの当該光ファイバの垂直断面の中心の位置精度を上記の光ファイバガイドブロック10の底面または側面（光ファイバアレイに組み立てたときに光接続端面に位置することになる側面から見るときの左側側面または右側側面）を基準として求めた。その結果、光ファイバガイドブロック10における光ファイバ中心の位置精度1は、当該光ファイバガイドブロック10の底面を基準とした場合にはいずれの光ファイバ中心についても $2\mu\text{m}$ 以内、側面を基準とした場合にはいずれの光ファイバ中心についても $3\mu\text{m}$ 以内であった。これらのことから、光ファイバガイドブロック10は高い形状精度を有していることが確認された。

上述した寸法精度および形状精度を有する光ファイバガイドブロック10は、外径 $125\mu\text{m}$ の石英系シングルモード光ファイバが $250\mu\text{m}$ ピッチで8本並列配置されているテープファイバ（厚みは $400\mu\text{m}$ 程度）を $\pm 1\mu\text{m}$ のアイメント精度で光接続するための光ファイバアレイの構成部品として、好適である。

(3) 連続成形

上記(1)で用いた成形型を用いて上記(1)と同条件の加圧成形を500回以上回行った。

その結果、成形型には何等異常は生じなかった。また、この間に得られた光ファイバガイドブロックのいずれについても、成形バリの発生や寸法精度および形状精度の低下は認められなかった。そして、各光ファイバガイドブロックについて光ファイバ固定用係合部回りの外形寸法を電気マイクロメータ（ミツトヨ社製のデジマチックマイクロメータ）で測定したところ、成形品間のばらつきは $\pm 0.8\mu\text{m}$ 以内であった。

比較例1

部材に固定されている。第1の成形部22と第2の成形部23とのクリアランスは $4\mu\text{m}$ である。

下型25の形状は四角柱を呈し、当該下型25の上面の幅は実施例1(1)で用いた下型7の成形部7aの幅より広く、その長さは実施例1(1)で用いた下型7の成形部7aの長さより長い。

上述した第1の成形部22の下面、第2の成形部23の下面および下型25の上面には、スパッタリング法によって厚さ 500Å のオングストロームの白金合金系離型膜26がそれぞれ成膜されている。また、離型膜26を有する上記8つの凸部22aの寸法精度（ピッチおよび高さについての寸法精度）、第1の成形部22の下面のうち8つの凸部22aを除いた部分の平面度、第2の成形部23の下面の平面度および下型25の上面の平面度は実施例1(1)で用いた成形型1と実質的に同じである。そして、加圧成形時には、上型21と下型25との距離のうち第1の成形部22の下面（8つの凸部22aを除いた平面）と下型25の上面との距離が 1.5mm 、第2の成形部23の下面と下型25の上面との距離が 1.25mm となるように制御される。

なお、第4図(a)は、加圧成形に先立って下型25の上面にガラス成形予備体27を置いた状態での成形型20およびガラス成形予備体27の短手方向の垂直断面の概略を示す図であり、第4図(b)はこのときの成形型20およびガラス成形予備体27の長手方向の垂直断面の概略を示す図である。また、第4図(c)は加圧成形時の成形型20および成形品28の短手方向の垂直断面の概略を示す図であり、第4図(d)はこのときの成形型20および成形品28の長手方向の垂直断面の概略を示す図である。

上述した成形型20を用いて得られた光ファイバガイドブロック（成形品20）の側面は成形型内壁と接することなく形成された外側に凸の曲面であるが、当該側面と底面または上面との接は本発明でいう「自由表面」からなるものではない。

上記の光ファイバガイドブロックについてその寸法精度を実施例1(2)と同様にして測定したところ、 $\pm 2\mu\text{m}$ 以内であった。また、実施例1(3)と同様

ガラス成形予備体の形状を長さ 6mm 、短径 4mm 、大厚み 4mm のマーブ

ル状にした以外は実施例1(1)と同様にして加圧成形を行って、光ファイバガイドブロックを得た。この光ファイバガイドブロックの寸法精度を実施例1(2)と同様にして測定したところ、単一ピッチ精度、累積ピッチ精度および深さ精度のいずれも $\pm 1\mu\text{m}$ を超えていた。

また、実施例1(3)と同様にして連続成形を行ったところ、上型と胴型との間のクリアランス部、下型と胴型との間のクリアランス部および上型における第1の成形部と第2の成形部との間のクリアランス部に対応する箇所の壁にそれぞれ成形バリが頻繁に発生した。そして、光ファイバ固定用係合部回りの外形寸法についての成形品間のばらつきは $\pm 1.5\mu\text{m}$ 以上であった。

比較例2

成形型として第4図に示すサイドフリー型構造のものを用いた以外は実施例1(1)と同様にして加圧成形を行って、光ファイバガイドブロックを得た。

第4図に示したサイドフリー型構造の成形型20は、上型21と下型25の2つの型要素からなり、胴型は備えていない。上型21および下型25の型材料は実施例1(1)で用いた型材料と同じである。

上型21は、V溝からなる互いに平行な8本の光ファイバ固定用係合部を形成するための8つの凸部22aを有する第1の成形部22と、光ファイバガイドブロックの幅と同じ幅を有する台座部を当該光ファイバガイドブロックに形成するための第2の成形部23とを有している。

上型21の形状、大きさおよび構造は、その幅が実施例1(1)で用いた上型2の幅より広い点、その長さが実施例1(1)で用いた上型2の長さより長い点、並びに実施例1(1)で用いた上型2の第1の成形部3に形成されていたつば部3bおよび第2の成形部4に形成されていたつば部4aが共に形成されていない点の3つの点を除いて、実施例1(1)で用いた上型2と同じである。第1の成形部22と第2の成形部23は、実施例1(1)で用いた上型2と同様にそれぞれ別個の部材からなり、各部材は固定枠24によって機械的に一体化されている。そして、固定枠24は図示を省略した炭化タングステン製のネジによって各

にして上記の成形型20を用いて連続成形を行ったところ、光ファイバガイドブロック間の最大厚みのばらつきは $\pm 250\mu\text{m}$ と非常に大きかった。

実施例2～実施例8（光ファイバガイドブロックの製造）

実施例1(1)で用いたガラス成形予備体と同一形状のガラス成形予備体を実

施例毎に表2に示す組成のガラスによって形成し、かつ、成形温度を表2に示す温度とした以外は実施例1(1)と同様にして、光ファイバガイドブロックを得た。

各実施例で得られた光ファイバガイドブロックの各々について、実施例1(2)と同様にして寸法精度および形状精度を測定したところ、実施例1(2)と同様の結果が得られた。

また、実施例1(3)と同様にして実施例毎に連続成形を行ったところ、いずれの実施例においても実施例1(3)と同様の結果が得られた。ただし、光ファイバ固定用係合部回りの外形寸法についての成形品間のばらつきは、いずれの実施例においても $\pm 0.9\mu\text{m}$ 以内であった。

(1) 光ファイバガイドブロックの製造

まず、実施例1(1)で用いたガラス成形予備体と同一組成のガラスからなり、そのサイズが、 $3.5 \times 10.5 \times 2.8$ mmであるガラス成形予備体を実施例1(1)と同様にして作製した。

また、得られる光ファイバガイドブロックの側壁部の上面が光ファイバ固定用係合部の上端面よりも1mm高くなるように第2の成形部の形状を変更し、更に、得られる光ファイバガイドブロックの幅が5mm、長さが12mm、光ファイバ固定用係合部の長さが5mmとなるように上型、胴型および下型の寸法を変更した以外は実施例9(1)で用いた成形型と同一構造の成形型を作製した。

そして、上記のガラス成形予備体と成形型を用いた以外は実施例1(1)と同様にして、光ファイバガイドブロックを得た。

第7図に示すように、上記の成形型を用いて得られた光ファイバガイドブロック50は、長さ5mm、深さ170 μ m、上端の幅250 μ mのV溝からなる互いに平行な8本の光ファイバ固定用係合部51と、当該光ファイバ固定用係合部51の上端面よりも一段低い位置に形成された台座部52と、当該台座部52の側方に形成された側壁部53とを有している。この光ファイバガイドブロック50の幅は5mm、長さは12mm、最大厚みは2.5mmであり、台座部52の幅は2.3mm、台座部52の表面と側壁部53の上面との高さの差は1.25mmである。側壁部53の上面は光ファイバ固定用係合部51の上端面よりも1mm高くなっている。そして、この光ファイバガイドブロック50の壁のうちの、上型と胴型との間のクリアランス部、下型と胴型との間のクリアランス部および上型における第1の成形部と第2の成形部との間のクリアランス部にそれぞれ対応する箇所を除く、ならびに、側壁部53の上面と当該側壁部53の側面のうちの台座部52側の側面とが交わる部分を除く、それぞれ自由表面からなる。当該光ファイバガイドブロック50の平面視上の形状は略矩形を呈する。

(2) 精度の測定および評価

上記の光ファイバガイドブロック50について、その寸法精度および形状精度

を実施例1(2)と同様にして測定したところ、実施例1(2)と同様の結果が

まず、実施例1(1)で用いたガラス素材と同一組成のガラス素材を熱間で予備成形して、壁が曲面を呈する幅4.56mm、長さ4.56mm、厚さ1.2mmのブロック状のガラス成形予備体を得た。このガラス成形予備体の垂直断面形状は、角部が丸みを帯びている点を除いて矩形を呈し、平面視上の形状もまた、角部が丸みを帯びている点を除いて矩形を呈する。したがって、このガラス成形予備体において加圧成形時の加圧方向に位置する面(当該ガラス成形予備体の厚さ方向の面)は、平面を呈する。

また、上型の形状を四角柱の上端部の四方に胴型の使用時における上面によって係止されるつば部を設けた形状とし、当該上型を炭化タングステンからなる単一の部材によって形成し、かつ、得られる光ファイバ用押さえブロックの幅が5mm、長さが5mmとなり、加圧成形時における上型の下面と下型の上面との距離が1mmとなるように上型、胴型および下型の寸法を変更した以外は実施例1(1)で用いた成形型と同一構造の成形型を作製した。

そして、上記のガラス成形予備体および成形型を用いた以外は実施例1(1)と同様にして加圧成形を行って、幅5mm、長さ5mm、厚み1mmの平板からなる光ファイバ用押さえブロックを得た。この光ファイバ用押さえブロックの全ての壁は自由表面からなり、当該光ファイバ用押さえブロックの平面視上の形状は略矩形を呈する。

上記の光ファイバ用押さえブロックでは、2つの主表面のいずれか任意の面が光ファイバ押さえ平面、すなわち、光ファイバガイドブロックの光ファイバ固定用係合部に係合した光ファイバを圧迫固定するための面として利用される。

(2) 精度の測定および評価

上記の光ファイバ用押さえブロックについて、電気マイクロメータ(ミツトヨ社製のデジマチックマイクロメータ)を用いて、その幅(光ファイバアレイに組み立てたときに光接続側端面に位置することになる側面から見たときの幅)および厚みを測定し、これらの寸法精度を求めた。その結果、幅および厚みのいずれについても寸法精度は $\pm 1 \mu$ m以内であり、当該光ファイバ用押さえブロックは寸法精度の高いものであることが確認された。

また、この光ファイバ用押さえブロックの2つの主表面の平面度を前述の輪郭

得られた。このことから、光ファイバガイドブロック50は高い形状精度を有していることが確認された。

上述した精度を有する光ファイバガイドブロック50は、第8図に示すように、外径125 μ mの石英系シングルモード光ファイバ55が250 μ mピッチで8本並列配置されている幅2.3mmのテーブファイバ56(厚みは400 μ m程度)を固定するための光ファイバ固定用部材として好適であるとともに、各石英系シングルモード光ファイバ55を $\pm 1 \mu$ mのアライメント精度で光接続するための光ファイバアレイの構成部品として好適である。

なお、第8図(a)は、光ファイバガイドブロック50の光ファイバ固定用係合部51にテーブファイバ56から導出させた光ファイバ55を係合させ、かつ、光ファイバガイドブロック50の台座部52(第8図(a)においては符号を付していない。)にテーブファイバ56(光ファイバ55を導出させていない部分)を載せた状態の概略を示す斜視図である。テーブファイバ56の被覆部57は、光ファイバ55の外周に形成された第1の被覆部57aと、当該第1の被覆部57aの外周に形成された第2の被覆部57bとを有する2重被覆構造になっている。また、第8図(b)は、第8図(a)に示した光ファイバガイドブロック50およびテーブファイバ56を光接続側端面から見たときの概略を示す図である。

そして、第8図(c)は、第8図(a)に示したA-A線断面の概略図である。

上記の光ファイバガイドブロック50によれば、第9図に示すように、光ファイバ用溝状係合部51に係合した光ファイバ55を圧迫固定するための光ファイバ用押さえブロック60の奥行き方向の位置決めを容易に行うことができる。なお、第9図において第8図と共通する部材には第8図と同じ符号を付してある。

(3) 連続成形

実施例1(3)と同様にして連続成形を行ったところ、実施例1(3)と同様の結果が得られた。また、光ファイバ固定用係合部回りの外形寸法についての成形品間のばらつきは $\pm 0.8 \mu$ m以内であった。

実施例11

(1) 光ファイバ用押さえブロックの製造

形状測定機を用いてそれぞれ測定したところ、共に1 μ m以内であった。さらに、2つの主表面のそれぞれについて、当該主表面と側面(光ファイバアレイに組み立てたときに光接続側端面に位置することになる側面から見たときの左側側面または右側側面)との直角度を前述の輪郭形状測定機を用いて測定したところ、共に10 μ m以内であった。そして、2つの主表面の平行度を前述の輪郭形状測定機を用いて測定したところ、1 μ m以内であった。これらのことから、当該光ファイバ用押さえブロックは形状精度の高いものであることが確認された。

上述した寸法精度および形状精度を有する光ファイバ用押さえブロックは、その大きさからして、実施例1~実施例8のいずれかの光ファイバガイドブロックの光ファイバガイドブロックの光ファイバ固定用係合部に係合させた全ての光ファイバを圧迫固定するためのものとして好適である。

(3) 連続成形

上記(1)で用いた成形型を用いて上記(1)と同条件の加圧成形を500回を行った。

その結果、成形型には何等異常は生じなかった。また、この間に得られた光ファイバ用押さえブロックのいずれについても、成形バリの発生や寸法精度および形状精度の低下は認められなかった。そして、寸法精度についての成形品間のばらつきは $\pm 0.7 \mu$ m以内であった。

実施例12

(1) 被覆部用押さえブロックの製造

まず、実施例1(1)で用いたガラス素材と同一組成のガラス素材を熱間で予備成形して、壁が曲面を呈する幅4.1mm、長さ6.1mm、厚さ1.46mmのブロック状のガラス成形予備体を得た。このガラス成形予備体の垂直断面形状は、角部が丸みを帯びている点を除いて矩形を呈し、平面視上の形状もまた、角部が丸みを帯びている点を除いて矩形を呈する。したがって、このガラス成形予備体において加圧成形時の加圧方向に位置する面(当該ガラス成形予備体の厚さ方向の面)は、平面を呈する。

また、上型の型材料として炭化チタンと窒化チタンのサーメット(室温~400°Cにおける平均熱膨張係数: $8.8 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$)を用い、当該上型の下面に垂

直断面形状および水平断面形状が共に矩形を呈する幅2.3mm、高さ4.50mm、長さ7mmの凸部を形成し、得られる押さえブロックの幅が5mm、長さが7mmとなるように上型、胴型および下型の寸法を変更した以外は実施例11(1)で用いた成形型と同一構造の成形型を作製した。このとき、前記の凸部は上型の下面の中央に位置するように形成し、かつ、その長手方向を上型の長手方向と同一とした。また、上型は、加圧成形時において前記の凸部の下面と下型の成形部の上面との距離が800μm、当該上型の下面のうち凸部を除いた部分と下型の成形部の上面との距離が1.25mmとなるように作製した。

上記のガラス成形予備体および成形型を用いた以外は実施例11(1)と同様にして加圧成形を行って、幅5mm、長さ7mm、最大厚み1.25mmの被覆部用押さえブロックを得た。

第10図に示すように、この被覆部用押さえブロック70は、その片面における長手方向の左側および右側の縁部にそれぞれ幅1.35mm、長さ7mm、高さ0.45mmの凸部71を有しており、これらの凸部71が形成されている側の面において当該凸部71を除いた領域は平面72となっている。また、凸部71が形成されている側の面とは反対側の面(上面)および当該被覆部用押さえブロック70の側面は、それぞれ平面からなる。

上記の被覆部用押さえブロック70の後のうち、上型と胴型との間のクリアランス部および下型と胴型との間のクリアランス部にそれぞれ対応する箇所の後、ならびに、凸部71の上面と当該凸部71の側面のうちの平面72側の側面とが交わる部分の後、それぞれ自由表面からなる。当該被覆部用押さえブロック70の平面視上の形状は略矩形を呈する。

上記の光ファイバ用押さえブロック70では、平面72が被覆部押さえ平面(以下「被覆部押さえ平面72」という。)、すなわち、光ファイバガイドブロックの台座部に被覆部ごと固定された光ファイバを前記被覆部の上から圧迫固定するための面として利用される。

(2) 精度の測定および評価

上記の被覆部用押さえブロック70について、その幅および厚み(被覆部押さえ平面72が形成されている部分の厚み)を実施例11(2)と同様にして測定

し、これらの寸法精度を求めた。その結果、幅および厚みのいずれについても寸法精度は±1μm以内であり、当該被覆部用押さえブロック70は寸法精度の高いものであることが確認された。

また、被覆部押さえ平面72の平面度および被覆部押さえ平面72と側面との直角度および被覆部押さえ平面と上面との平行度を実施例11(2)と同様にして測定した。その結果、これらの精度はいずれも10μm以内であり、当該被覆部用押さえブロック70は形状精度の高いものであることが確認された。

上述した寸法精度および形状精度を有する被覆部用押さえブロック70は、その形状および大きさからして、第11図に示すように、実施例1の光ファイバガイドブロック10の台座部(第11図においては符号を付していない。)に固定したテーブファイバ75を被覆部76ごと圧迫固定するためのものとして好適である。なお、第11図中の符号77はテーブファイバ75から導出させた光ファイバを示し、符号78は実施例11で得た光ファイバ用押さえブロックを示す。

(3) 連続成形

実施例11(3)と同様にして連続成形を行ったところ、実施例11(3)と同様の結果が得られた。ただし、寸法精度についての成形品間のばらつきは±0.8μm以内であった。

実施例13

(1) 被覆部用押さえブロックの製造

まず、実施例1(1)で用いたガラス素材と同一組成のガラス素材を熱間で予備成形して、後が曲面を呈する幅2mm、長さ6.8mm、厚さ0.91mmのブロック状のガラス成形予備体を得た。また、得られる被覆部用押さえブロックの幅が2.2mm、長さが7mmとなり、加圧成形時における上型の下面と下型の上面との距離が0.8mmとなるように上型、胴型および下型の寸法を変更した以外は実施例11(1)で用いた成形型と同一構造の成形型を作製した。

そして、上記のガラス成形予備体および成形型を用いた以外は実施例11(1)と同様にして加圧成形を行って、幅2.2mm、長さ7mm、厚み0.8mmの平板からなる被覆部用押さえブロックを得た。この被覆部用押さえブロックの全ての後は自由表面からなり、当該被覆部用押さえブロックの平面視上の形状は

略

矩形を呈する。

上記の被覆部用押さえブロックでは、2つの主表面のいずれか任意の面が被覆部押さえ平面として利用される。

(2) 精度の測定および評価

上記の被覆部用押さえブロックについて、その寸法精度および形状精度を実施例11(2)と同様にして測定した。その結果、実施例11(1)で得た光ファイバ用押さえブロックと同様に、寸法精度は±1μm以内であり、形状精度は10μm以内であった。これらのことから、当該被覆部用押さえブロックは寸法精度および形状精度の高いものであることが確認された。

上述した寸法精度および形状精度を有する被覆部用押さえブロックは、その大きさからして、実施例10の光ファイバガイドブロックの台座部に被覆部ごと固定した光ファイバを前記被覆部の上から圧迫固定するためのものとして好適である。

(3) 連続成形

実施例11(3)と同様にして連続成形を行ったところ、実施例11(3)と同様の結果が得られた。また、寸法精度についての成形品間のばらつきは±0.7μm以内であった。

実施例14

(1) 両用押さえブロックの製造

まず、実施例1(1)で用いたガラス素材と同一組成のガラス素材を熱間で予備成形して、後が曲面を呈する幅4mm、長さ11mm、厚さ1.4mmのブロック状のガラス成形予備体を得た。このガラス成形予備体の垂直断面形状は、角部が丸みを帯びている点を除いて矩形を呈し、平面視上の形状もまた、角部が丸みを帯びている点を除いて矩形を呈する。したがって、このガラス成形予備体において加圧成形時の加圧方向に位置する面(当該ガラス成形予備体の厚さ方向の面)は、平面を呈する。

また、後記第2の成形部と接する面側につば部が無いことを除いて実施例11

(1)で用いた上型と同じ形状および大きさを有する炭化タングステン製の第1の成形部と、当該第1の成形部と接する面側につば部が無いことを除いて実施例

12(1)で用いた上型と同じ形状および大きさを有するサーメット(炭化タングステンと窒化タングステンのサーメット;室温~400℃における平均熱膨張係数=8×10⁻⁶/℃)製の第2の成形部とを、実施例1(1)で用いた上型と同様に所定の寸法を有する固定枠およびネジを用いて機械的に一体化して、上型を作製した。また、得られる両用押さえブロックの幅が5mm、長さが12mmとなるように胴型および下型の寸法を変更した。

そして、上記のガラス成形予備体および成形型を用いた以外は実施例11(1)と同様にして加圧成形を行って、実施例11で得た光ファイバ用押さえブロックと実施例12で得た被覆部用押さえブロックとがその幅方向を一致させて直列に配置された形状を呈する両用押さえブロックを得た。

上記の両用押さえブロックの後のうち、上型と胴型との間のクリアランス部、下型と胴型との間のクリアランス部および上型における第1の成形部と第2の成形部との間のクリアランス部にそれぞれ対応する箇所の後、ならびに、実施例12で得た被覆部用押さえブロック70における凸部71の上面と当該凸部71の側面のうちの被覆部押さえ平面72側の側面とが交わる部分の後、それぞれ自由表面からなる。当該両用押さえブロックの平面視上の形状は略矩形を呈する。

(2) 精度の測定および評価

上記の両用押さえブロックについて、その寸法精度および形状精度を実施例11(2)および実施例12(2)と同様にして測定した。その結果、実施例11で得た光ファイバ用押さえブロックおよび実施例12で得た被覆部用押さえブロックと同様に、寸法精度は±1μm以内であり、形状精度は10μm以内であった。これらのことから、当該両用押さえブロックは寸法精度および形状精度の高いものであることが確認された。

上述した寸法精度および形状精度を有する両用押さえブロックは、実施例11の光ファイバ用押さえブロックの機能と実施例12の被覆部用押さえブロックの

機能とを併せ持ち、当該両用押えブロックはその形状および大きさからして、実施例1の光ファイバガイドブロックの光ファイバ固定用係合部に係合させた全ての光ファイバを圧迫固定し、かつ、この光ファイバガイドブロックの台座部に

被覆部ごと固定された光ファイバを前記被覆部の上から圧迫固定するためのものとして好適である。

(3) 連続成形

実施例11(3)と同様にして連続成形を行ったところ、実施例11(3)と同様の結果が得られた。ただし、寸法精度についての成形品間のばらつきは $\pm 0.9 \mu\text{m}$ 以内であった。

実施例15

(1) 光ファイバガイドブロックの製造

得られる光ファイバガイドブロックの上面の幅方向の縁部が外側に向かって下り勾配の斜面となるように第1の成形部の形状を変更した以外は実施例1(1)で用いた成形型と同一構造の成形型を作製し、この成形型を用いた以外は実施例1(1)と同様にして光ファイバガイドブロックを得た。

上記の光ファイバガイドブロックについて、その寸法精度および形状精度を実施例1(2)と同様にして測定したところ、実施例1(2)と同様の結果が得られた。このことから、当該光ファイバガイドブロックは高い寸法精度および形状精度を有していることが確認された。

また、上記の成形型を用いての連続成形を実施例1(3)と同様に行ったところ、実施例1(3)と同様の結果が得られた。また、光ファイバ固定用係合部回りの外形寸法についての成形品間のばらつきは $\pm 0.8 \mu\text{m}$ 以内であった。

(2) 光ファイバ用押えブロックの製造

得られる光ファイバ用押えブロックの下面の幅方向の縁部が外側に向かって下り勾配の斜面となるように上型の形状を変更し、かつ、上型の型材料として炭化チタンと窒化チタンのサメット(室温 $\sim 400^\circ\text{C}$ における平均熱膨張係数: $8.8 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$)を用いた以外は実施例11(1)で用いた成形型と同一構造の成形型を作製し、この成形型を用いた以外は実施例11(1)と同様にして光

ガイドブロックの上面の幅方向の縁部に形成されている斜面とが互いに係合することから、光ファイバ用押えブロックの幅方向の位置決めを容易に行うことができた。また、光ファイバガイドブロックの上面の幅方向の縁部に形成されている斜面の傾きおよび押えブロックの下面の幅方向の縁部に形成されている斜面の傾きが共に自由表面からなっていることから、これらの傾きの間には他の部分より広

い空間が形成され、ここが接着剤溜まりとして機能したことから、光ファイバガイドブロックの幅方向への紫外線硬化型接着剤のはみ出しは生じなかった。また、光ファイバガイドブロックの台座部に固定されている上記のテーブファイバおよび台座部の縁部に上記と同じ紫外線硬化型接着剤を塗布し、その上から上記(3)で得た被覆部用押えブロックを当該被覆部用押えブロックの被覆部押え平面が被覆部側に位置するようにして載せた。

この後、光ファイバ用押えブロックおよび被覆部用押えブロックを光ファイバガイドブロック側に圧迫しながら波長 350 nm の紫外線を照射して、前記の紫外線硬化型接着剤を硬化させた。

これによって、上記のテーブファイバから搬出させた光ファイバは、当該テーブファイバの一部と共に、上記の光ファイバガイドブロック、光ファイバ用押えブロックおよび被覆部用押えブロックとによって固定され、光ファイバアレイが得られた。このときの光ファイバアレイを第12図に示す。

第12図(a)は上記の光ファイバアレイの概略を示す斜視図であり、第12図(b)は上記の光ファイバアレイを光接視鏡端面の側から見たときの概略を示す図である。これらの図に示したように、上記の光ファイバアレイ80は、V溝からなる互いに平行な8本の光ファイバ固定用係合部81を有する光ファイバガイドブロック82と、光ファイバ押え平面83を有する光ファイバ用押えブロック84と、図示を省略した紫外線硬化型接着剤とによって、テーブファイバ85から搬出させた8本の光ファイバ86を固定している。

各光ファイバ86は、その外周面を光ファイバ固定用係合部81の上端面よりも若干突出させた状態で、紫外線硬化型接着剤によって光ファイバ固定用係合部81に固着されており、さらに、光ファイバ固定用係合部81の上端面よりも若

ファイバ用押えブロックを得た。

この光ファイバ用押えブロックにおいては、下面のうちで上記の斜面を除いた部分が光ファイバ押え平面である。また、前記の斜面の勾配は、上記(1)で得た光ファイバガイドブロックにおける前記の斜面の勾配と同じである。

上記の光ファイバ用押えブロックについて、その寸法精度および形状精度を実施例11(2)と同様にして測定したところ、実施例11(2)と同様の結果が得られた。このことから、当該光ファイバ用押えブロックは高い寸法精度および形状精度を有していることが確認された。

また、上記の成形型を用いての連続成形を実施例11(3)と同様に行ったところ、実施例11(3)と同様の結果が得られた。また、寸法精度についての成形品間のばらつきは $\pm 0.7 \mu\text{m}$ 以内であった。

(3) 被覆部用押えブロックの製造

実施例12と同様にして被覆部用押えブロックを得た。

(4) 光ファイバの固定

まず、外径 $125 \mu\text{m}$ の石英系シングルモード光ファイバが $250 \mu\text{m}$ ピッチで8本並列配置されている幅 2.3 mm のテーブファイバ(厚みは $400 \mu\text{m}$)を用意し、このテーブファイバの一端から8本の光ファイバをそれぞれ 6 mm 繰出させた。

次に、上記(1)で得た光ファイバガイドブロックの各光ファイバ固定用係合部および台座部に紫外線硬化型接着剤(感光波長: 350 nm)を塗布し、各光ファイバ固定用係合部にテーブファイバから繰出させた光ファイバを係合させ、また、台座部上に上記のテーブファイバを載せた後、波長 350 nm の紫外線を照射して、前記紫外線硬化型接着剤を硬化させた。

次いで、光ファイバ固定用係合部に係合した状態にある上記の光ファイバおよびその周辺に上記と同じ紫外線硬化型接着剤を塗布し、その上から上記(2)で得た光ファイバ用押えブロックを当該光ファイバ用押えブロックの光ファイバ押え平面が光ファイバ側に位置するようにして載せた。このとき、光ファイバ用押えブロックの下面の幅方向の縁部に形成されている斜面と光ファイバ

干突出している前記の外周面は、紫外線硬化型接着剤によって光ファイバ用押えブロック84の光ファイバ押え平面83に固着されている。

光ファイバガイドブロック82の上面の幅方向の縁部は外側に向かって下り勾配の斜面82aになっており、この斜面82aは、光ファイバ用押えブロック84の下面の幅方向の縁部に形成されている下り勾配(外側に向かって下り勾配)の斜面84aとの間に紫外線硬化型接着剤層または若干の間隙を形成した状態で

前記の斜面84aと係合している。上記の斜面82aの奥行き方向(光ファイバガイドブロック82の奥行き方向と同一方向)の長さは、上記の斜面84aの奥行き方向(光ファイバ用押えブロック84の奥行き方向と同一方向)の長さと同じであり、これらの長さは光ファイバ固定用係合部81の長手方向の長さと同じである。

上記の光ファイバガイドブロック82は台座部87を有しており、光ファイバアレイ80は、この台座部87と、被覆部押え平面を有する被覆部用押えブロック88と、紫外線硬化型接着剤とによって、テーブファイバ85のうちで光ファイバ86を搬出させた側の一部を固定している。テーブファイバ85における前記の一部に位置している被覆部の下面は、紫外線硬化型接着剤によって前記の台座部87に固着されており、さらに、当該部分に位置している被覆部の上面は、紫外線硬化型接着剤によって被覆部用押えブロック88の被覆部押え平面に固着されている。

実施例16

(1) 光ファイバガイドブロックの製造

得られる光ファイバガイドブロックの上面の幅方向の縁部が外側に向かって下り勾配の斜面となるように第1の成形部の形状を変更し、かつ、上型の型材料として炭化チタンと窒化チタンのサメット(室温 $\sim 400^\circ\text{C}$ における平均熱膨張係数: $8.8 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$)を用いた以外は実施例15(1)で用いた成形型と同一構造の成形型を作製し、この成形型を用いた以外は実施例15(1)と同様にして光ファイバガイドブロックを得た。

上記の光ファイバガイドブロックについて、その寸法精度および形状精度を実施例 15 (1) と同様にして測定したところ、実施例 15 (1) と同様の結果が得られた。このことから、当該光ファイバガイドブロックは高い寸法精度および形状精度を有していることが確認された。

また、上記の成形型を用いての連続成形を実施例 15 (1) と同様に行ったところ、実施例 15 (1) と同様の結果が得られた。ただし、光ファイバ固定用係合部回りの外形寸法についての成形品間のばらつきは $\pm 0.9 \mu\text{m}$ 以内であった。

(2) 光ファイバ用押さえブロックの製造

得られる光ファイバ用押さえブロックの下面の幅方向の縁部が外側に向かって上り勾配の斜面となるように上型の形状を変更した以外は実施例 15 (2) で用いた成形型と同一構造の成形型を作製し、この成形型を用いた以外は実施例 15 (2) と同様にして光ファイバ用押さえブロックを得た。

この押さえブロックにおいては、下面のうち上記の斜面を除いた部分が光ファイバ押さえ平面である。また、前記の斜面の勾配は、上記 (1) で得た光ファイバガイドブロックにおける前記の斜面の勾配と同じである。

上記の押さえブロックについて、その寸法精度および形状精度を実施例 15 (2) と同様にして測定したところ、実施例 15 (2) と同様の結果が得られた。このことから、当該光ファイバガイドブロックは高い寸法精度および形状精度を有していることが確認された。

また、上記の成形型を用いての連続成形を実施例 15 (2) と同様に行ったところ、実施例 15 (2) と同様の結果が得られた。また、寸法精度についての成形品間のばらつきは $\pm 0.7 \mu\text{m}$ 以内であった。

(3) 被覆部用押さえブロックの製造

実施例 15 (3) と同様にして被覆部用押さえブロックを得た。

(4) 光ファイバの固定

光ファイバガイドブロックとして上記 (1) で得たものを用い、光ファイバ用押さえブロックとして上記 (2) で得たものを用い、被覆部用押さえブロックと

して上記 (3) で得たものを用いて、実施例 15 (4) と同様にして、実施例 15 (4) で用いたものと同一仕様のテーブファイバから導出させた光ファイバおよび当該テーブファイバの一部を、上記の光ファイバガイドブロック、光ファイバ用押さえブロックおよび被覆部用押さえブロックとによって固定して、光ファイバアレイを得た。このときの光ファイバアレイを第 13 図に示す。

第 13 図は上記の光ファイバアレイを光接続側端面の側から見たときの概略を示す図である。同図に示したように、上記の光ファイバアレイ 90 は、V 溝からなる互いに平行な 8 本の光ファイバ固定用係合部 91 を有する光ファイバガイドブロック 92 と、光ファイバ押さえ平面 93 を有する光ファイバ用押さえブロッ

ク 94 と、図示を省略した紫外線硬化型接着剤とによって、テーブファイバ (図示されていない。) から導出させた 8 本の光ファイバ 95 を固定している。また、当該光ファイバアレイ 90 は、光ファイバガイドブロック 92 に形成されている台座部 (図示されていない。) と、被覆部押さえ平面を有する被覆部用押さえブロック (図示されていない。) と、紫外線硬化型接着剤 (図示されていない。) とによって、テーブファイバのうちで光ファイバ 95 を導出させた側の一部を固定している。

光ファイバアレイ 90 は、これを構成している光ファイバガイドブロック 92 の上面の幅方向の縁部が外側に向かって上り勾配の斜面 92a となっている点、および光ファイバ用押さえブロック 94 の下面の幅方向の縁部が外側に向かって上り勾配の斜面 94a となっている点で実施例 15 の光ファイバアレイと異なるが、他の点では実施例 15 の光ファイバアレイと同様である。なお、光ファイバガイドブロック 92 に形成されている斜面 92a と光ファイバ用押さえブロック 94 に形成されている斜面 94a とは、光ファイバアレイ 90 に組み立てたときに互いに係合する。

実施例 17

(1) 光ファイバガイドブロックの製造

得られる光ファイバガイドブロックの上面の幅方向の縁部が光ファイバ固定用係合部の上端面より一段低くなるように第 1 の成形部の形状を変更した以外は実

施例 15 (1) で用いた成形型と同一構造の成形型を作製し、この成形型を用いた以外は実施例 15 (1) と同様にして光ファイバガイドブロックを得た。

上記の光ファイバガイドブロックについて、その寸法精度および形状精度を実施例 15 (1) と同様にして測定したところ、実施例 15 (1) と同様の結果が得られた。このことから、当該光ファイバガイドブロックは高い寸法精度および形状精度を有していることが確認された。

また、上記の成形型を用いての連続成形を実施例 15 (1) と同様に行ったところ、実施例 15 (1) と同様の結果が得られた。また、光ファイバ固定用係合部回りの外形寸法についての成形品間のばらつきは $\pm 0.8 \mu\text{m}$ 以内であった。

(2) 光ファイバ用押さえブロックの製造

得られる光ファイバ用押さえブロックの下面の幅方向の縁部が光ファイバ押さえ平面より一段高い凸部 (使用時における下方向に突出した凸部) となるように上型の形状を変更した以外は実施例 15 (2) で用いた成形型と同一構造の成形型を作製し、この成形型を用いた以外は実施例 15 (2) と同様にして光ファイバ用押さえブロックを得た。

上記の押さえブロックについて、その寸法精度および形状精度を実施例 15 (2) と同様にして測定したところ、実施例 15 (2) と同様の結果が得られた。このことから、当該光ファイバガイドブロックは高い寸法精度および形状精度を有していることが確認された。

また、上記の成形型を用いての連続成形を実施例 15 (2) と同様に行ったところ、実施例 15 (2) と同様の結果が得られた。ただし、寸法精度についての成形品間のばらつきは $\pm 0.8 \mu\text{m}$ 以内であった。

(3) 被覆部用押さえブロックの製造

実施例 15 (3) と同様にして被覆部用押さえブロックを得た。

(4) 光ファイバの固定

光ファイバガイドブロックとして上記 (1) で得たものを用い、光ファイバ用押さえブロックとして上記 (2) で得たものを用い、被覆部用押さえブロックと

して上記 (3) で得たものを用いて、実施例 15 (4) と同様にして、実施例 15 (4) で用いたものと同一仕様のテーブファイバから導出させた光ファイバおよび当該テーブファイバの一部を、上記の光ファイバガイドブロック、光ファイバ用押さえブロックおよび被覆部用押さえブロックとによって固定して、光ファイバアレイを得た。このときの光ファイバアレイを第 14 図に示す。

第 14 図は上記の光ファイバアレイを光接続側端面の側から見たときの概略を示す図である。同図に示したように、上記の光ファイバアレイ 100 は、V 溝からなる互いに平行な 8 本の光ファイバ固定用係合部 101 を有する光ファイバガイドブロック 102 と、光ファイバ押さえ平面 103 を有する光ファイバ用押さえブロック 104 と、図示を省略した紫外線硬化型接着剤とによって、テーブファイバ (図示されていない。) から導出させた 8 本の光ファイバ 105 を固定し

ている。また、当該光ファイバアレイ 100 は、光ファイバガイドブロック 102 に形成されている台座部 (図示されていない。) と、被覆部押さえ平面を有する被覆部用押さえブロック (図示されていない。) と、紫外線硬化型接着剤 (図示されていない。) とによって、テーブファイバのうちで光ファイバ 105 を導出させた側の一部を固定している。

この光ファイバアレイ 100 は、光ファイバガイドブロック 102 の上面の幅方向の縁部 102a が光ファイバ固定用係合部 101 の上端面より一段低くなっている点、および光ファイバ用押さえブロック 104 の下面の幅方向の縁部が光ファイバ押さえ平面 103 より一段高い凸部 (使用時における下方向に突出した凸部) 104a となっている点で実施例 15 の光ファイバアレイと異なるが、他の点では実施例 15 の光ファイバアレイと同様である。なお、光ファイバガイドブロック 100 の上面の縁部 (一段低くなっている部分) 102a と光ファイバ用押さえブロック 104 に形成されている凸部 104a とは、光ファイバアレイ 100 に組み立てたときに互いに係合する。

実施例 18

(1) 光ファイバガイドブロックの製造

得られる光ファイバガイドブロックの上面の幅方向の縁部が光ファイバ固定用

係合部の上端面より一段高くなるように第1の成形部の形状を変更し、かつ、上型の型材料として炭化チタンと窒化チタンのサメット（室温～400℃における平均熱膨張係数： $8.8 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ）を用いた以外は実施例15（1）で用いた成形型と同一構造の成形型を作製し、この成形型を用いた以外は実施例15（1）と同様にして光ファイバガイドブロックを得た。

上記の光ファイバガイドブロックについて、その寸法精度および形状精度を実施例15（1）と同様にして測定したところ、実施例15（1）と同様の結果が得られた。このことから、当該光ファイバガイドブロックは高い寸法精度および形状精度を有していることが確認された。

また、上記の成形型を用いての連続成形を実施例15（1）と同様に行ったところ、実施例15（1）と同様の結果が得られた。ただし、光ファイバ固定用係合部回りの外形寸法についての成形品間のばらつきは $\pm 0.9 \mu\text{m}$ 以内であった。

った。

(2) 光ファイバ用押さえブロックの製造

得られる光ファイバ用押さえブロックの下面の幅方向の縁部が光ファイバ押さえ平面より一段低くなるように上型の形状を変更した以外は実施例11（1）で用いた成形型と同一構造の成形型を作製し、この成形型を用いた以外は実施例15（2）と同様にして光ファイバ用押さえブロックを得た。

上記の押さえブロックについて、その寸法精度および形状精度を実施例15（2）と同様にして測定したところ、実施例15（2）と同様の結果が得られた。このことから、当該光ファイバガイドブロックは高い寸法精度および形状精度を有していることが確認された。

また、上記の成形型を用いての連続成形を実施例15（2）と同様に行ったところ、実施例15（2）と同様の結果が得られた。ただし、寸法精度についての成形品間のばらつきは $\pm 0.8 \mu\text{m}$ 以内であった。

(3) 被覆部用押さえブロックの製造

実施例15（3）と同様にして被覆部用押さえブロックを得た。

(4) 光ファイバの固定

(1) 光ファイバガイドブロックの製造

得られる光ファイバガイドブロックの上面の幅方向の左右の縁部の所定位置に上端の幅が0.93mm、深さが0.64mm、長さが5.0mmのV溝からなるガイドピン用溝状係合部がそれぞれ形成されるように第1の成形部の形状を変更した以外は実施例1（1）で用いた成形型と同一構造の成形型を作製し、この成形型を用いた以外は実施例1（1）と同様にして光ファイバガイドブロックを得た。

上記の光ファイバガイドブロックについて、その寸法精度および形状精度を実施例1（2）と同様にして測定したところ、実施例1（2）と同様の結果が得られた。また、実施例1（2）と同様にして上記の各ガイドピン用溝状係合部に直径0.7mmの円を仮想的にそれぞれ挿入し、各光ファイバ固定用係合部に直径125 μm の円を仮想的にそれぞれ挿入して、一方のガイドピン用溝状係合部に仮想的に挿入した円の中心を基準としたときの各光ファイバ固定用係合部に仮想的に挿入した各円の中心の位置度精度（光ファイバ中心の位置度精度II）、および他方のガイドピンの中心を基準としたときの光ファイバ中心の位置度精度IIを

それぞれ求めた。光ファイバ中心の位置度精度IIは、本発明で光ファイバガイドブロックについていう形状精度の1つである。その結果、光ファイバ中心の位置度精度IIは、左右いずれのガイドピンの中心（ガイドピン用溝状係合部に仮想的に挿入した円の中心）を基準とした場合でも $1 \mu\text{m}$ 以内であった。これらのことから、当該光ファイバガイドブロックは高い寸法精度および形状精度を有していることが確認された。

上記の成形型を用いての連続成形を実施例1（3）と同様に行ったところ、実施例1（3）と同様の結果が得られた。ただし、光ファイバ固定用係合部回りの外形寸法およびガイドピン用溝状係合部回りの外形寸法それぞれについての成形品間のばらつきは共に $\pm 0.7 \mu\text{m}$ 以内であった。

(2) 光ファイバ用押さえブロックの製造

得られる光ファイバ用押さえブロックの下面の幅方向の左右の縁部に光ファイバ押さえ平面より300 μm 低いガイドピン押さえ平面が形成されるように上型

光ファイバガイドブロックとして上記（1）で得たものを用い、光ファイバ用押さえブロックとして上記（2）で得たものを用い、被覆部用押さえブロックとして上記（3）で得たものを用いて、実施例15（4）と同様にして、実施例15（4）で用いたものと同一仕様のテープファイバから繰出させた光ファイバおよび当該テープファイバの一部を、上記の光ファイバガイドブロック、光ファイバ用押さえブロックおよび被覆部用押さえブロックとによって固定して、光ファイバアレイを得た。このときの光ファイバアレイを第15図に示す。

第15図は上記の光ファイバアレイを光接視側端面の側から見たときの概略を示す図である。同図に示したように、上記の光ファイバアレイ110は、V溝からなる互いに平行な8本の光ファイバ固定用係合部111を有する光ファイバガイドブロック112と、光ファイバ押さえ平面113を有する光ファイバ用押さえブロック114と、図示を省略した紫外線硬化型接着剤とによって、テープファイバ（図示されていない。）から繰出させた8本の光ファイバ115を固定し

ている。また、当該光ファイバアレイ110は、光ファイバガイドブロック112に形成されている台座部（図示されていない。）と、被覆部押さえ平面を有する被覆部用押さえブロック（図示されていない。）と、紫外線硬化型接着剤（図示されていない。）とによって、テープファイバのうちで光ファイバ115を繰出させた側の一部を固定している。

この光ファイバアレイ110は、光ファイバガイドブロック112の上面の幅方向の縁部が光ファイバ固定用係合部111の上端面より一段高い凸部112aとなっている点、および光ファイバ用押さえブロック114の下面の幅方向の縁部114aが光ファイバ押さえ平面113より一段低くなっている点で実施例15の光ファイバアレイと異なるが、他の点では実施例15の光ファイバアレイと同様である。なお、光ファイバガイドブロック110に形成されている凸部112aと光ファイバ用押さえブロック114の下面の縁部（一段低くなっている部分）114aとは、光ファイバアレイ110に組み立てたときに互いに係合する。

実施例19

の形状を変更した以外は実施例11（1）で用いた成形型と同一構造の成形型を作製し、この成形型を用いた以外は実施例11（1）と同様にして光ファイバ用押さえブロックを得た。

上記の光ファイバ用押さえブロックについて、その寸法精度および形状精度を実施例12（2）と同様にして測定したところ、実施例12（2）と同様の結果が得られた。このことから、当該光ファイバ用押さえブロックは高い寸法精度および形状精度を有していることが確認された。また、光ファイバ押さえ平面の平面度を求める場合と同様にして上記の各ガイドピン押さえ平面の平面度を求めたところ、左右いずれのガイドピン押さえ平面の平面度も $1 \mu\text{m}$ 以内であった。さらに、光ファイバ押さえ平面とガイドピン押さえ平面との平行度は $1 \mu\text{m}$ 以内であった。

上記の成形型を用いての連続成形を実施例11（3）と同様に行ったところ、実施例11（3）と同様の結果が得られた。ただし、寸法精度についての成形品間のばらつきは $\pm 0.8 \mu\text{m}$ 以内であった。

(3) 被覆部用押さえブロックの製造

実施例12（1）と同様にして被覆部用押さえブロックを得た。

(4) 光ファイバの固定

光ファイバガイドブロックとして上記（1）で得たものを用い、光ファイバ用押さえブロックとして上記（2）で得たものを用い、被覆部用押さえブロックとして上記（3）で得たものを用いて、実施例15（4）と同様にして、実施例15（4）で用いたものと同一仕様のテープファイバから繰出させた光ファイバおよび当該テープファイバの一部を、上記の光ファイバガイドブロック、光ファイバ用押さえブロックおよび被覆部用押さえブロックとによって固定して、光ファイバアレイを得た。このときの光ファイバアレイを第16図に示す。

第16図は上記の光ファイバアレイを光接視側端面の側から見たときの概略を示す図である。同図に示したように、上記の光ファイバアレイ120は、V溝からなる互いに平行な8本の光ファイバ固定用係合部121および幅方向の左右の縁部それぞれに形成されたV溝からなるガイドピン用溝状係合部122を有する

光ファイバガイドブロック123と、光ファイバ押さえ平面124および幅方向の左右の縁部それぞれに形成された平面からなるガイドピン用係合部125を有する光ファイバ用押さえブロック126と、図示を省略した紫外線硬化型接着剤とによって、テープファイバ（図示されていない。）から繰出させた8本の光ファイバ127を固定している。また、当該光ファイバアレイ120は、光ファイバガイドブロック122に形成されている台座部（図示されていない。）と、被覆部押さえ平面を有する被覆部用押さえブロック（図示されていない。）と、紫外線硬化型接着剤（図示されていない。）とによって、テープファイバのうち光ファイバ127を繰出させた側の一部を固定している。

上記の光ファイバアレイ120は、光ファイバガイドブロック123の上面の幅方向の左右の縁部がそれぞれ平面からなっていてここにガイドピン用溝状係合部122が形成されている点、および光ファイバ用押さえブロック126の下面の幅方向の左右の縁部に平面からなるガイドピン用係合部125がそれぞれ形成されている点で実施例15の光ファイバアレイと異なるが、他の点では実施例15の光ファイバアレイと同様である。

この光ファイバアレイ120によって固定された光ファイバ127を他の光ファイバまたは光学素子に光接続するにあたっては、第16図に示すように、光フ

ァイバガイドブロック123のガイドピン用溝状係合部122と光ファイバ押さえブロック126のガイドピン用係合部125との間の空間（左右計2箇所）に直径0.7mmのガイドピン128の一端が挿入される。このとき、ガイドピン128の垂直断面の中心と各光ファイバ127の垂直断面の中心とは、第16図中に一点鎖線で示すように、一直線上に並ぶ。

実施例20

(1) 光ファイバガイドブロックの製造

実施例19(1)と同様にして光ファイバガイドブロックを得た。

(2) 光ファイバ用押さえブロックの製造

得られる光ファイバ用押さえブロックの下面の幅方向の左右の縁部の所定位置に上端の幅0.93mm、深さ0.4mm、長さ5.0mmのV溝からなるガイ

ス図である。同図に示したように、上記の光ファイバアレイ130は、光ファイバ用押さえブロック131の下面の幅方向の左右の縁部にV溝からなるガイドピン用係合部132がそれぞれ形成されている点、および、光ファイバ用押さえブロック131の下面の幅方向の左右の縁部の下面が前記のガイドピン用係合部132を除いて被覆部押さえ平面133と実質的に同一の平面上にある点で実施例19の光ファイバアレイと異なるが、他の点では実施例19の光ファイバアレイと同様である。そして、実施例19の光ファイバアレイと同様にして、テープファイバ（図示されていない。）から繰出させた8本の光ファイバ127および当該テープファイバの一部を固定している。

この光ファイバアレイ130によって固定された光ファイバ127を他の光ファイバまたは光学素子に光接続するにあたっては、第17図に示すように、光ファイバガイドブロック123のガイドピン用溝状係合部122と光ファイバ押さえブロック131のガイドピン用係合部132との間の空間（左右計2箇所）に直径0.7mmのガイドピン128の一端が挿入される。このとき、ガイドピン128の垂直断面の中心と各光ファイバ127の垂直断面の中心とは、第17図中に一点鎖線で示すように、一直線上に並ぶ。なお、第17図において第16図と共通する部材については第16図と同じ符号を付してある。

実施例21

(1) 光ファイバガイドブロックの製造

まず、実施例1(1)で用いたガラス成形予備体と同一組成のガラスからなり、そのサイズが4.5×4.5×1.9mmであるガラス成形予備体を実施例1(1)と同様にして作製した。

また、得られる光ファイバガイドブロックの上面の左右の幅方向の縁部に高さ10μm、平面視上の線幅が20μmである十字形の凸部からなるアライメントマークが形成されるように第1の成形部の形状を変更し、かつ、この第1の成形部のみによって上型を構成し、更に、得られる光ファイバガイドブロックの長さが5mmとなるように胴型および下型の寸法を変更した以外は実施例1(1)で用いた成形型と同一構造の成形型を作製した。このとき、上型の使用時にかけ

ドピン用係合部がそれぞれ形成されるように上型の形状を変更した以外は実施例11(1)で用いた成形型と同一構造の成形型を作製し、この成形型を用いた以外は実施例11(1)と同様にして光ファイバ用押さえブロックを得た。この光ファイバ用押さえブロックにおいては、下面の幅方向の左右の縁部にそれぞれ形成された上記のガイドピン用係合部の間に存在する平面が光ファイバ押さえ平面として機能する。

上記の光ファイバ用押さえブロックについて、その寸法精度および形状精度を実施例12(2)と同様にして測定したところ、実施例12(2)と同様の結果が得られた。このことから、当該光ファイバ用押さえブロックは高い寸法精度および形状精度を有していることが確認された。また、実施例1(2)と同様にして上記の各ガイドピン用係合部に直径0.7mmの円を仮想的にそれぞれ挿入し、一方のガイドピン用係合部に仮想的に挿入した円の中心から他方のガイドピン用係合部に仮想的に挿入した円の中心までの距離（ピッチ）の寸法精度を求めたところ、±1μmであった。

上記の成形型を用いての連続成形を実施例11(3)と同様に行ったところ、実施例11(3)と同様の結果が得られた。ただし、寸法精度についての成形品間のばらつきは±0.9μm以内であった。

(3) 被覆部用押さえブロックの製造

実施例12(3)と同様にして被覆部用押さえブロックを得た。

(4) 光ファイバの固定

光ファイバガイドブロックとして上記(1)で得たものを用い、光ファイバ用押さえブロックとして上記(2)で得たものを用い、被覆部用押さえブロックとして上記(3)で得たものを用いて、実施例15(4)と同様にして、実施例15(4)で用いたものと同一仕様のテープファイバから繰出させた光ファイバおよび当該テープファイバの一部を、上記の光ファイバガイドブロック、光ファイバ用押さえブロックおよび被覆部用押さえブロックとによって固定され、光ファイバアレイが得られた。このときの光ファイバアレイを第17図に示す。

第17図は上記の光ファイバアレイを光接続側端面の側から見たときの概略を

る上端部には、使用時において胴型の上面によって係止されるつば部を四方に亘って形成した。

そして、上記のガラス成形予備体と成形型とを用いた以外は実施例1(1)と同様にして、光ファイバガイドブロックを得た。

第18図に示すように、上記の成形型を用いて得られた光ファイバガイドブロック140は、長さ5mm、深さ170μm、上端の幅250μmのV溝からなる互いに平行な8本の光ファイバ固定用係合部141と、幅方向の左右の縁部にそれぞれ形成されたアライメントマーク142とをその上面に有しており、台座部は有していない。各アライメントマーク142は、平面視上の線幅が20μm、長さが100μm、高さが10μmである2つの線状の凸部がそれぞれの中央で互いに直交した十字形を呈し、2つの線状の凸部のうちの一方の凸部の長手方向は光ファイバガイドブロック140の幅方向と平行、他方の凸部の長手方向は光ファイバガイドブロック140の長さ方向（奥行き方向）と平行である。そして、各アライメントマーク142の中心は、平面視上、光ファイバガイドブロック140の幅方向と平行な1本の直線上にある。

上記の光ファイバ固定用係合部141およびアライメントマーク142を有する光ファイバガイドブロック140の幅は5mm、長さは5mm、最大厚みは1.5mmである。そして、この光ファイバガイドブロック140の壁の厚さ、上型と胴型との間のクリアランス部および下型と胴型との間のクリアランス部にそれぞれ対応する箇所の縁は、それぞれ自由表面からなる。当該光ファイバガイ

ドブロック140の平面視上の形状は略矩形を呈する。

(2) 精度の測定および評価

上記の光ファイバガイドブロック140について、その寸法精度および形状精度を実施例1(2)と同様にして測定したところ、実施例1(2)と同様の結果が得られた。また、前述した輪郭形状測定機を用いて各アライメントマーク142の平面視上の中心座標を求め、これらの中心座標と、上記の形状精度を求めるために用いた円（各光ファイバ固定用係合部141のそれぞれに仮想的に挿入した円）の中心座標とを基に、一方のアライメントマーク142の中心を基準とし

たときの各光ファイバ固定用係合部に仮想的に挿入した各円の中心の位置度精度（光ファイバ中心の位置度精度III）、および他方のアライメントマークの中心を基準としたときの光ファイバ中心の位置度精度IIIをそれぞれ求めた。光ファイバ中心の位置度精度IIIは、本発明で光ファイバガイドブロックについていう形状精度の1つである。その結果、光ファイバ中心の位置度精度IIIは、左右いずれのアライメントマークの中心を基準とした場合でも1 μ m以内であった。これらのことから、当該光ファイバガイドブロックは高い寸法精度および形状精度を有していることが確認された。

上述した寸法精度および形状精度を有する光ファイバガイドブロック140は、第18図に示すように、外径125 μ mの石英系シングルモード光ファイバ143が250 μ mピッチで8本並列配置されている幅2.3mmのテープファイバ（図示せず。）から導出させた石英系シングルモード光ファイバ143を $\pm 1\mu$ mのアライメント精度で光接続するための光ファイバアレイの構成部品として好適である。

(3) 連続成形

実施例1（3）と同様にして連続成形を行ったところ、実施例1（3）と同様の結果が得られた。また、光ファイバ固定用係合部回りの外形寸法についての成形品間のばらつきは $\pm 0.8\mu$ m以内であった。

実施例22

(1) 光ファイバガイドブロックの製造

まず、実施例21（1）と同様にしてガラス成形予備体を作製した。

また、得られる光ファイバガイドブロックの底面の大きさが5.0 \times 5.1mmで、光接続端面に位置することになる側面が底面に対して82°の角度で内側に傾斜するように下型および剛型の寸法を変更し、かつ、アライメントマークが形成されないように上型の形状を変更した以外は実施例21（1）で用いた成形型と同一構造の成形型を作製した。

そして、上記のガラス成形予備体と成形型とを用い、成形型を構成している上記の上型が固定型（下型）、上記の下型が可動型（上型）となるように天地を逆

(3) 続成形

実施例1（3）と同様にして連続成形を行ったところ、実施例1（3）と同様の結果が得られた。また、光ファイバ固定用係合部回りの外形寸法についての成形品間のばらつきは $\pm 0.8\mu$ m以内であった。

実施例23（光ファイバガイドブロックの製造）

光ファイバ固定用係合部と台座部とを有する光ファイバガイドブロックを得るために、まず、実施例1で使用したガラス成形予備体と同一組成のガラスを予備成形して、目的とする光ファイバガイドブロックと平面視上の形状および側面視上の形状が近似するガラス成形予備体を得た。

このガラス成形予備体の長さは11.0mm、幅は4.0mmであり、光ファイバ固定用係合部が形成される側の厚さが2.1mm、光ファイバガイドブロックの後部側面となる側の厚さが1.60mmとなるように体積配分されている。当該ガラス成形予備体においては、光ファイバ固定用係合部が形成される側と台座部が形成される側との間に約0.50mmの段差があり、光ファイバ固定用係合部となる側の長さ（光ファイバ固定用係合部の長手方向と同じ方向の長さ）は4.5mm、光ファイバガイドブロックの台座部となる側の長さは6.5mmである。

また、このガラス成形予備体においては、光ファイバガイドブロックの後部側面となる側の側面を囲んでいる4つの壁、および、光ファイバガイドブロックの底面となる側の側面を囲んでいる壁のうちで前記の後部側面となる側の側面から光接続端面に位置することになる側面に連通している壁が、それぞれ所定の大きさで面取り加工されており、他の壁については面取り加工されていない。そして、当該ガラス成形予備体において加圧成形時の加圧方向に位置することになる面は

平面からなる。

一方、成形型としては、キャビティの形状および大きさが実施例1で使用した成形型と同じで、実施例1で使用した成形型を天地した構造、すなわち、実施例1で使用した下型に相当する型が上型（可動型）となっていて、実施例1で使

にして当該成形型を用いた以外は実施例21（1）と同様にして、光ファイバガイドブロックを得た。

第19図に示すように、上記のようにして得られた光ファイバガイドブロック150は、長さ5mm、深さ170 μ m、上端の幅250 μ mのV溝からなる互いに平行な8本の光ファイバ固定用係合部151をその上面に有しており、台座部は有していない。また、当該光ファイバガイドブロック150における光接続側端面152は、底面153に対して82°の角度で内側に傾斜している。したがって、この光ファイバガイドブロック150の光ファイバ固定用係合部151に光ファイバを係合させた場合には、当該光ファイバの光軸に垂直な面と光接続側端面152とは8°の角をなす。

上記の光ファイバガイドブロック150の上面の大きさは5.0 \times 4.9mm、底面の大きさは5.0 \times 5.1mm、最大厚みは1.5mmである。そして、この光ファイバガイドブロック150の壁のうち、上型と剛型との間のクリアランス部および下型と剛型との間のクリアランス部にそれぞれ対応する箇所の壁は、それぞれ自由表面からなる。当該光ファイバガイドブロック150の平面視上の形状は略矩形を呈する。

(2) 精度の測定および評価

上記の光ファイバガイドブロック150について、その寸法精度および形状精度を実施例1（2）と同様にして測定したところ、実施例1（2）と同様の結果が得られた。このことから、光ファイバガイドブロック150は高い寸法精度および形状精度を有していることが確認された。さらに、光接続側端面に位置することになる側面の底面に対する傾斜度精度は3 μ m以内（角度で表すと82° \pm

0.2°以内）であった。

上述した寸法精度および形状精度を有する光ファイバガイドブロック150は、外径125 μ mの石英系シングルモード光ファイバが250 μ mピッチで8本並列配置されているテープファイバから導出させた石英系シングルモード光ファイバを $\pm 1\mu$ mのアライメント精度で光接続するための光ファイバアレイの構成部品、特に突合せ型接続用の光ファイバアレイの構成部品として好適である。

用した上型に相当する型が下型となっているものを用意した。

そして、前述したガラス成形予備体を、当該ガラス成形予備体において光ファイバ固定用係合部が形成される側と台座部が形成される側との間に段差が設けられている方を下にして上記の成形型内に配置した。このとき、上記の下型において実施例1で使用した成形型1（第1図参照）の第1の成形部3（第1図参照）に相当する部分上に、上記のガラス成形予備体において光ファイバ固定用係合部が形成される側を配置した。また、ガラス成形予備体において光ファイバ固定用係合部が形成される側と成形型の内側側面との間隔が0.5mm、ガラス成形予備体において後部側面が形成される側と成形型の内側側面との間隔も0.5mmと均等になるように、上記のガラス成形予備体を配置した。

この後、実施例1と同条件でガラス成形予備体を加圧成形して、第20図に示す光ファイバガイドブロック160を得た。

第20図に示した光ファイバガイドブロック160は、実施例1で得た光ファイバガイドブロック10（第2図参照）と同様の形状を呈するので、光ファイバ固定用係合部および台座部については第2図と同じ符号を付してある。

この光ファイバガイドブロック160においては、後部側面161を囲んでいる4つの壁161a、161b、161cおよび161d、ならびに、底面162を囲んでいる壁のうちで光接続側端面に位置することになる側面163から後部側面161にかけての壁164aおよび164bが、それぞれ自由表面からなっている。そして、これらの壁を「自由表面からなる壁」にしたことによる体積の減少分は、実施例1の光ファイバガイドブロック10において同一箇所の壁を「自由表面からなる壁」にしたことによる体積の減少分より大きい。

上記の光ファイバガイドブロック160における光ファイバ固定用係合部12の寸法精度および形状精度を実施例1と同様にして測定したところ、実施例1で得た光ファイバガイドブロックにおける光ファイバ固定用係合部の寸法精度およ

び形状精度よりそれぞれ高かった。

実施例24（光ファイバガイドブロックの製造）

光ファイバ固定用係合部と台座部とを有する光ファイバガイドブロックを得る

ために、まず、実施例 23 で使用したガラス成形予備体と同一組成のガラスを予備成形して、目的とする光ファイバガイドブロックと平面視上の形状および側面視上の形状が近似する成形予備体を得た。

このガラス成形予備体の長さは 11.0 mm、幅は 4.0 mm であり、光ファイバ固定用係合部が形成される側の厚さが 2.1 mm、光ファイバガイドブロックの後部側面となる側の厚さが 1.68 mm となるように体積配分されている。当該ガラス成形予備体においては、光ファイバ固定用係合部が形成される側と台座部が形成される側との間に約 0.42 mm の段差があり、光ファイバ固定用係合部となる側の長さ（光ファイバ固定用係合部の長手方向と同じ方向の長さ）は 4.5 mm、光ファイバガイドブロックの台座部となる側の長さは 6.5 mm である。

一方、成形型としては、実施例 23 で使用したものと同一ものを用意した。

そして、前述したガラス成形予備体を、当該ガラス成形予備体において光ファイバ固定用係合部が形成される側と台座部が形成される側との間に段差が設けられている方を下にして上記の成形型内に配置した。このとき、上記の下型において実施例 1 で使用した成形型 1（第 1 図参照）の第 1 の成形部 3（第 1 図参照）に相当する部分上に、上記のガラス成形予備体において光ファイバ固定用係合部が形成される側を配置した。また、ガラス成形予備体において光ファイバ固定用係合部が形成される側と成形型の内側側面との間隙が 0.2 mm、ガラス成形予備体において後部側面が形成される側と成形型の内側側面との間隙が 0.8 mm となるように偏らせて、上記のガラス成形予備体を配置した。ただし、光ファイバガイドブロックの幅方向の側面となる側面の方々と成形型の内側側面との間隙は均等とした。

この後、実施例 1 と同条件でガラス成形予備体を加圧成形して、第 20 図に示す光ファイバガイドブロック 160 を得た。

実施例 25（光ファイバガイドブロックの製造）

光ファイバ固定用係合部を有し、台座部を有していない光ファイバガイドブロックを得るために、まず、実施例 21 で使用したガラス成形予備体と同一組成の

っている。そして、これらの壁を「自由表面からなる壁」にしたことによる体積の減少分は、実施例 21 の光ファイバガイドブロック 140 において同一箇所の壁を「自由表面からなる壁」にしたことによる体積の減少分より大きい。

上記の光ファイバガイドブロック 165 における光ファイバ固定用係合部 141 の寸法精度および形状精度を実施例 21 と同様にして測定したところ、実施例 21 で得た光ファイバガイドブロックにおける光ファイバ固定用係合部の寸法精度および形状精度よりそれぞれ高かった。

実施例 26（光ファイバ用押さえブロックの製造）

光ファイバ用押さえブロックを得るために、まず、実施例 11 で使用したガラス成形予備体と同一組成のガラスを予備成形して、目的とする光ファイバ用押さえブロックと平面視上の形状および側面視上の形状が近似するガラス成形予備体を得た。

このガラス成形予備体の平面視上の形状は、光ファイバ用押さえブロックの後部側面になる側面側の幅が 4.4 mm、前記後部側面になる側面と対向する側面側の幅が 4.6 mm の略台形である。また、このガラス成形予備体においては、光ファイバ用押さえブロックの後部側面になる側の側面を囲んでいる 4 つの壁のうちで上面側の壁を除く 3 つ、および、底面を囲んでいる壁のうちで前記後部側面になる側の側面から当該側面に対向する側面にかけての壁が、それぞれ所定の大きさと面取り加工されており、他の壁については面取り加工されていない。そして、当該ガラス成形予備体において加圧成形時の加圧方向に位置することになる面は平面からなり、面取り加工されていない箇所での厚さは実質的に均一である。

一方、成形型としては、実施例 11 で使用した成形型と同じものを用意した。

そして、前述したガラス成形予備体を、当該ガラス成形予備体の底面が下になるように、かつ、当該ガラス成形予備体において光ファイバ用押さえブロックの後部側面になる側面と成形型の内側側面との間隙が 0.35 mm、前記の後部側面になる側面に対向する側面と成形型の内側側面との間隙が 0.15 mm となるように、成形型内に偏らせて配置した。このとき、光ファイバ用押さえブロック

ガラスを予備成形して、目的とする光ファイバガイドブロックと平面視上の形状および側面視上の形状が近似するガラス成形予備体を得た。

このガラス成形予備体のサイズは実施例 21 と同様に 4.5 × 4.5 × 1.9 mm であるが、当該ガラス成形予備体においては、光ファイバガイドブロックの後部側面となる側の側面を囲んでいる 4 つの壁、および、底面を囲んでいる壁のうちで前記後部側面となる側の側面から当該側面に対向する側面にかけての壁がそれぞれ所定の大きさと面取り加工されており、他の壁については面取り加工されていない。そして、当該ガラス成形予備体において加圧成形時の加圧方向に位置することになる面は平面からなり、面取り加工されていない箇所での厚さは実質的に均一である。

一方、成形型としては、アライメントマーク形成用の凹部が形成されていない以外は実施例 21 で使用した成形型と同じものを用意した。

そして、前述したガラス成形予備体を、当該ガラス成形予備体の底面が下になるように、かつ、当該ガラス成形予備体において光ファイバガイドブロックの後部側面となる側面と成形型の内側側面との間隙が 0.4 mm、前記の後部側面となる側面に対向する側面と成形型の内側側面との間隙が 0.1 mm となるように、成形型内に偏らせて配置した。このとき、光ファイバガイドブロックの幅方向の側面となる側面の方々と成形型の内側側面との間隙は均等とした。

この後、実施例 21 と同条件でガラス成形予備体を加圧成形して、第 21 図に示す光ファイバガイドブロック 165 を得た。

第 21 図に示した光ファイバガイドブロック 165 は、アライメントマークが形成されていない点を除いて実施例 21 で得た光ファイバガイドブロック 140（第 18 図参照）と同様の形状を呈するので、光ファイバ固定用係合部については第 18 図と同じ符号を付してある。

この光ファイバガイドブロック 165 においては、後部側面 166 を囲んでいる 4 つの壁 166 a、166 b、166 c および 166 d、ならびに、底面 167 を囲んでいる壁のうちで光接続端面に位置することになる側面 168 から後

部側面 166 にかけての壁 169 a および 169 b が、それぞれ自由表面からな

の幅方向の側面となる側面の方々と成形型の内側側面との間隙は均等とした。

この後、実施例 11 と同条件でガラス成形予備体を加圧成形して、第 22 図に示す光ファイバ用押さえブロック 170 を得た。

第 22 図に示した光ファイバガイドブロック 170 は実施例 11 で得た光ファイバ用押さえブロックと同様の形状を呈するが、当該光ファイバガイドブロック 170 においては、後部側面 171 を囲んでいる 4 つの壁 171 a、171 b、171 c および 171 d のうちで上面側の壁 171 b を除く 3 つ、ならびに、底面 172 を囲んでいる壁のうちで光接続端面に位置することになる側面 173 から後部側面 171 にかけての壁 174 a および 174 b が、それぞれ自由表面からなっている。

上記の光ファイバガイドブロック 170 の寸法精度および形状精度を実施例 11 と同様にして測定したところ、実施例 11 で得た光ファイバ用押さえブロックの寸法精度および形状精度とそれぞれ同等か、それ以上であった。

実施例 27（光モジュールの作製）

第 23 図（a）、（b）に本発明の光モジュールの一例を示す。同図に示した光モジュール 180 は、光ファイバコード 181 から引出させた 1 本の光ファイバ 181 a を固定している光ファイバアレイ 182 と、8 芯のテーパーファイバ 183 から引出させた 8 本の光ファイバ 183 a を固定している光ファイバアレイ 184 と、1 × 8 分岐の石英導波路チップ 185 とを具備している。この光モジュール 180 は、光ファイバコード 181 によって伝搬されてきた光を石英導波路チップ 185 に形成されている光導波路 186 に導いて 8 つに分岐し、分岐された後の 8 つの光を 8 芯のテーパーファイバ 183 によってそれぞれ伝搬して、当該テーパーファイバ 183 の他端から出力するものである。

光ファイバアレイ 182 は、光ファイバ固定用係合部（V 溝）の数を 1 とした以外は実施例 21 と同様にして作製した光ファイバガイドブロック 182 a と、実施例 11 と同様にして作製した光ファイバ用押さえブロック 182 b とを具備している。また、光ファイバアレイ 184 は、実施例 21 と同様にして作製した光ファイバガイドブロック 184 a と、実施例 11 と同様にして作製した光ファイバ用押さえブロック 184 b とを具備している。一方、石英導波路チップ 18

5は、シリコン基板上に1×8分岐の埋込み型の光導波路186を形成したものである。

光ファイバアレ182は、当該光ファイバアレ182によって固定している光ファイバ181aが光導波路186の入射ポートと光接続するようにして、紫外線硬化型接着剤（図示せず。）により石英導波路チップ185に固着されている。また、光ファイバアレ184は、当該光ファイバアレ184によって固定している8本の光ファイバ183aが光導波路186の各出力ポート（8分岐している側の端部）と光接続するようにして、紫外線硬化型接着剤（図示せず。）により石英導波路チップ185に固着されている。

なお、光ファイバ181aと光導波路186との光接続および光ファイバ183aと光導波路186との光接続は、光ファイバアレ182の底面（光ファイバガイドブロック182aの底面）、石英導波路チップ185の底面および光ファイバアレ184の底面（光ファイバガイドブロック184aの底面）を基準面として利用して、パッシブアライメントにより行った。このとき、横方向の位置合わせ（石英導波路チップ185の幅方向の位置合わせ）には、光ファイバガイドブロック182a、184a、押さえブロック182b、184b、および石英導波路チップ185にそれぞれ形成されているアライメントマーク（いずれも図示せず。）を利用した。

また、石英導波路チップ185の上面における長手方向の縁部には、紫外線硬化型接着剤（図示せず。）によってガラスブロック187a、187bを固着させた。これらのガラスブロック187a、187bは、石英導波路チップ185の長手方向の端部（光接続側端部）を研磨加工する際に欠けを防止するためのヤトイ材として用いたものであると共に、光ファイバアレ182、184と石英導波路チップ185とを接着剤によって互いに固着させる際に接着面積を増加させて所望の接着強度を得るために用いたものである。

実施例28（光ファイバ固定用部材の製造）

(1) 光ファイバガイドブロックの製造

ガラス成形予備体の全体形状をアールや面取りを1つも有していない直方体（幅、長さおよび厚さは後記の各実施例で用いたものと同じ。）とした以外は実

上記の各押さえブロックは全て、自由表面からなる稜を實質的に有していないものである。

これらの押さえブロックは、上記(1)で得た各光ファイバガイドブロックと同様の理由から、温度変化に対する寸法精度、形状精度の変化が小さく、また、紫外線硬化型接着剤を用いて他の部材に固着させた場合でも高い接着強度を得ることができ、さらに、モールド成形によって製造しても成形型を損傷させることが少ない。

実施例29（光ファイバアレの製造）

光ファイバガイドブロック用および押さえブロック用の各ガラス成形予備体の全体形状を稜にアールや面取りを1つも有していない直方体（幅、長さおよび厚さは後記の各実施例で用いたものと同じ。）として光ファイバガイドブロックおよび押さえブロックを得た以外は実施例15、実施例16、実施例17、実施例18、実施例19、実施例20または実施例21と同様にして、計7種類の光ファイバアレを得た。

上記の光ファイバアレはいずれも、自由表面からなる稜を實質的に有していない光ファイバガイドブロックと、自由表面からなる稜を實質的に有していない押さえブロックと、これらの光ファイバガイドブロックおよび押さえブロックによって固定された光ファイバ（テープファイバから繰出させたもの）を具備している。

実施例30（光モジュールの製造）

光ファイバガイドブロック用および押さえブロック用の各ガラス成形予備体の全体形状を稜にアールや面取りを1つも有していない直方体（幅、長さおよび厚さは実施例27で用いたものと同じ。）として光ファイバガイドブロックおよび押さえブロックをそれぞれ2種類ずつ得た。これらの光ファイバガイドブロックの各々は、自由表面からなる稜を實質的に有していない点を除いて、実施例27で用いた各光ファイバガイドブロックのいずれかと同じ形状を呈する。また、前記の押さえブロックの各々は、自由表面からなる稜を實質的に有していない点を除いて、実施例27で用いた各押さえブロックのいずれかと同じ形状を呈する。

上記の光ファイバガイドブロックおよび押さえブロックを用いた以外は実施例

実施例1、実施例9、実施例10、実施例15、実施例16、実施例17、実施例18、実施例19または実施例21と同様にして、形状が異なる計9種類の光ファイバガイドブロックを得た。

同様に、ガラス成形予備体の全体形状を稜にアールや面取りを1つも有していない直方体（幅、長さおよび厚さは後記の各実施例で用いたものと同じ。）とした以外は実施例2、実施例3、実施例4、実施例5、実施例6、実施例7または実施例8と同様にして、ガラスの組成が異なる計7種類の光ファイバガイドブロックを得た。

上記の各光ファイバガイドブロックは全て、自由表面からなる稜を實質的に有していないものである。

これらの光ファイバガイドブロックは、熱膨張係数が小さい特定組成のガラスからなっているので、温度変化に対する寸法精度、形状精度の変化が小さい。また、紫外線の透過率が高いので、紫外線硬化型接着剤を用いて他の部材に固着させた場合でも高い接着強度を得ることができる。さらに、屈伏点が555℃以下のガラスからなっているので、モールド成形によって製造しても成形型を損傷させることが少ない。

(2) 押さえブロックの製造

ガラス成形予備体の全体形状を稜にアールや面取りを1つも有していない直方体（幅、長さおよび厚さは後記の各実施例で用いたものと同じ。）とした以外は実施例11、実施例15、実施例16、実施例17、実施例18、実施例19または実施例20と同様にして、形状が異なる計7種類の光ファイバ用押さえブロックを得た。

また、ガラス成形予備体の全体形状を稜にアールや面取りを1つも有していない直方体（幅、長さおよび厚さは実施例12または実施例13で用いたものと同じ。）とした以外は実施例12または実施例13と同様にして、形状が異なる計2種類の被覆部用押さえブロックを得た。

そして、ガラス成形予備体の全体形状を自由表面からなる稜を1つも有していない直方体（幅、長さおよび厚さは実施例14で用いたものと同じ。）とした以外は実施例14と同様にして、両用押さえブロックを得た。

27と同様にして、光モジュールを得た。

実施例31（ポリゴンミラーの製造）

まず、実施例1(1)で用いたガラス素材と同一組成のガラス素材を熱間で予備成形して六角柱状（上面および下面は、それぞれ一辺の長さが7mmの正六角形を呈する。）とした後、上面と側面とがなす稜および下面と側面とがなす稜にそれぞれ所定の面取り加工を施し、また、上面の中央部から下面の中央部に達する直径7.5mmの貫通孔を機械加工により穿設して、高さ（厚さ）が6mmのガラス成形予備体を得た。このガラス成形予備体の水平断面形状（高さ方向の中央部で底面と水平な面によって断面をとったときの断面形状）は、上記の正六角形の中央部に直径7.5mmの孔を設けた形状を呈する。

また、上型、下型および胴型からなり、高さが4mmの六角柱状のキャビティを有する成形型を用意した。これらの上型、下型および胴型は、それぞれ実施例1(1)で使用した成形型と同様に炭化タングステンからなり、その成形面には厚さ500オングストロームの白金合金系離型膜が設けられている。また、下型の上面中央部には直径7mm、長さ（高さ）4mmの円柱状の凸部が設けられている。そして、上型における成形面の平面視上の輪郭形状および下型における成形面の平面視上の輪郭形状は、それぞれ一辺の長さが8mmの正六角形を呈する。

上記のガラス成形予備体および成形型を用いた以外は実施例1(1)と同様にしてモールド成形を連続して行って、上面と側面とがなす稜および下面と側面とがなす稜がそれぞれ自由表面からなっている六角柱状のポリゴンミラーを所定個得た。これらのポリゴンミラーの高さ（厚さ）はいずれも4mmであり、水平断面の輪郭形状（高さ方向の中央部で底面と水平な面によって断面をとったときの断面の輪郭形状）は、いずれのポリゴンミラーにおいても一辺の長さが8mmの正六角形を呈する。また、各ポリゴンミラーの中央部には、上面から下面に達する直径7mmの貫通孔がそれぞれ設けられている。

上記のポリゴンミラーの外寸法精度を電気マイクロメータで測定したところ、成形品間のばらつきは±2μm以内であった。また、ポリゴンミラーにおける6つの側面の面精度を干渉計で測定したところ、いずれのポリゴンミラーにおい

ても、全ての側面の面精度がニュートン±0.5本以内であった。

また、実施例2、実施例3、実施例4、実施例5、実施例6、実施例7または実施例8で用いたガラス素材と同一組成のガラス素材を用いた以外は上記と同様にポリゴンミラーを作製し、これらのポリゴンミラーについてその外形寸法精度についての成形品間のばらつき、および側面の面精度を同様にして測定したところ、上記と同様の結果が得られた。

さらに、ガラス成形予備体の高さ（厚さ）を種々変更した以外は上記と同様にしてポリゴンミラーを作製したところ、ガラス成形予備体の高さ（厚さ）が目的とするポリゴンミラーの高さ（厚さ）の1.1～2.4倍以内であれば、外形寸法精度についての成形品間のばらつき、および側面の面精度が上記と同程度のポリゴンミラーが得られることが確認された。

上述した各ポリゴンミラーは熱膨張係数が小さい特定組成のガラスからなっているので、温度変化に対する寸法精度、形状精度の変化が小さい。また、紫外線の透過率が高いので、紫外線硬化型接着剤を用いて他の部材に固着させた場合でも高い接着強度を得ることができる。

なお、上記のポリゴンミラーのように貫通孔を有する異形光学素子や凹部を有する異形光学素子をモールド成形によって形成する場合、貫通孔や凹部が無い状態の異形光学素子をモールド成形によって形成した後に当該異形光学素子に機械加工等によって所望の貫通孔や凹部を形成してもよいし、貫通孔用の孔や凹部用のくぼみを設けたガラス成形予備体と所定の成形型を用いて、上記のように貫通孔や凹部を有する異形光学素子をモールド成形によって形成してもよい。

機械加工等によって貫通孔や凹部を形成する場合、貫通孔や凹部が無い状態の異形光学素子をモールド成形によって形成するために使用するガラス成形予備体用の硝材としては、本明細書でいう第1のガラスの他に、ランタン系のM-L a F 81 (HOYA (株) 製硝材) やバリウム系のM-B a C D 12 (HOYA (株) 製硝材) 等、屈伏点が600℃以下の種々の光学ガラスを用いることができる。そして、前記の光学ガラスからなるガラス成形予備体を用いた場合でも、自由表面からなる稜を少なくとも1つ有する異形光学素子が得られるようにモールド

上記のガラス成形予備体および成形型を用いた以外は実施例1(1)と同様にモールド成形を連続して行って、第25図に示したものと同様の形状を呈する直角プリズムを所定個得た。これらの直角プリズムはいずれも、第25図に示

したものと同様にして置いたときの上面（第25図において符号195で示されている面）が6×8mmの平面、斜面（第25図において符号196で示されている面）が4・2^{1/4}×8mmの平面、上面と底面との間の高さが6mm、斜面の下方端と底面との間の高さが2mm、第25図に示した角θ₁に相当する角の角度が45°のものであった。

上記の直角プリズムの外形寸法精度を電気マイクロメーターで測定したところ、成形品間のばらつきは±2μm以内であった。また、これらの直角プリズムにおける面精度を干渉計で測定したところ、いずれの直角プリズムにおいても、全ての面の面精度がニュートン±0.5本以内であった。そして、上記の角θ₁に相当する角の角度精度を測定したところ、±0.1°以内であった。

また、実施例2、実施例3、実施例4、実施例5、実施例6、実施例7または実施例8で用いたガラス素材と同一組成のガラス素材を用いた以外は上記と同様に直角プリズムを作製し、これらの直角プリズムについてその外形寸法精度の成形品間のばらつき、面精度および角度精度を同様にして測定したところ、上記と同様の結果が得られた。

さらに、ガラス成形予備体における上面と底面との間の高さを種々変更し、かつ、このときの比率に合わせてガラス成形予備体における斜面の下方端と底面との間の高さを種々変更した以外は上記と同様にして直角プリズムを作製したところ、ガラス成形予備体の高さ（上面と底面との間の高さ）が目的とする直角プリズムの高さ（上面と底面との間の高さ）の1.1～2.4倍以内であれば、外形寸法精度についての成形品間のばらつき、面精度および角度精度が上記と同程度の直角プリズムが得られることが確認された。

上述した各直角プリズムは熱膨張係数が小さい特定組成のガラスからなっているので、温度変化に対する寸法精度、形状精度の変化が小さい。また、紫外線の透過率が高いので、紫外線硬化型接着剤を用いて他の部材に固着させた場合でも

ド成形することにより、外形寸法精度についての成形品間のばらつきや面精度について上記と同様の精度を有する異形光学素子が得られる。

一方、貫通孔や凹部をも一括してモールド成形する場合には、貫通孔や凹部を形成するための成形部に使用されている型材料の熱膨張係数よりも熱膨張係数が小さく、かつ、外形型材（前記の成形部を除いた部分の型材料。例えば、成形型が上型、胴型および下型からなり、前記の成形部が下型に設けられている場合には、前記の成形部を除いた下型、上型および胴型の各型材料。）の熱膨張係数よりも熱膨張係数大きい硝材からなるガラス成形予備体を用いる必要がある。前記の硝材としては、本明細書でいう第1のガラスが好適である。

なお、ポリゴンミラーは、反射面（側面）に反射膜をコートした状態で使用される。

実施例32（直角プリズムの製造）

まず、実施例1(1)で用いたガラス素材と同一組成のガラス素材を熱間で予備成形して、直方体を得た。次に、この直方体の一部を切削除去して、第25図に示す直角プリズムと同様の形状を呈する成形体を得た。この成形体の大きさは、目的とする直角プリズムの大きさより小さい。この後、前記の成形体における上面（第25図において符号195で示されている面に相当する面）と側面とがなす稜、上面と斜面とがなす稜、斜面（第25図において符号196で示されている面に相当する面）と側面とがなす稜および底面と側面とがなす稜にそれぞれ所定の面取り加工を施して、ガラス成形予備体を得た。

また、上型、下型および胴型からなり、第25図に示した直角プリズムと同様の形状のキャビティを有する成形型を用意した。これらの上型、下型および胴型は、それぞれ実施例1(1)で使用した成形型と同様に炭化タングステンからなり、その成形面には厚さ500オングストロームの白金合金系耐蝕膜が設けられている。上型における成形面の平面視上の形状は10×8mmの長方形を呈するが、当該成形面は、その長手方向の一端から4mm内側のところで下方に45°折り曲げた形状を呈する。また、下型における成形面は、10×8mmの平面である。そして、胴型の内寸は10×8×6mmである。

高い接着強度を得ることができる。

なお、上記のガラス成形予備体をランタン系のM-L a F 81 (HOYA (株) 製硝材) やバリウム系のM-B a C D 12 (HOYA (株) 製硝材) によって作製しても、外形寸法精度についての成形品間のばらつき、面精度および角度精度

について上記と同様の精度を有する直角プリズムが得られた。

補正書の請求の範囲

[1997年3月19日(19.03.97)国際事務局受理：新しい請求の範囲36～38が加えられた；他の請求の範囲は変更なし。(1頁)]

36. (追加) 光ファイバ同士または光ファイバと光学素子とを光接続するために光ファイバを固定する光ファイバアレイの構成部品として使用される光ファイバ固定用部材の製造方法において、

光ファイバアレイを組み立てたときに光接続側端面に位置することになる側面が光ファイバアレイによって光接続しようとする光ファイバの光軸に垂直な面に対して傾斜するようにガラスモールド成形によって作製することを特徴とする光ファイバ固定用部材の製造方法。

37. (追加) 少なくとも光ファイバ固定用部材と光ファイバからなる光ファイバ同士または光ファイバと光学素子とを光接続するために光ファイバを固定する光ファイバアレイの製造方法において、

前記光ファイバ固定用部材を光接続側端面に位置することになる側面が光接続しようとする光ファイバの光軸に垂直な面に対して傾斜するようにガラスモールド成形によって作製する工程と、

前記光ファイバ固定用部材に光ファイバを固定する工程とを含むことを特徴とする光ファイバアレイの製造方法。

38. (追加) 光ファイバアレイと前記光ファイバアレイに固定された光ファイバに光接続される光学素子または光ファイバアレイとを具備した光モジュール

(110)

WO 97/15850

の製造方法において、

光ファイバアレイを構成する光ファイバ固定用部材を光接続側端面に位置することになる側面が光接続しようとする光ファイバの光軸に垂直な面に対して傾斜するようにガラスモールド成形によって作製する工程と、

前記光ファイバ固定用部材に光ファイバを固定し光ファイバアレイを作製する工程と、

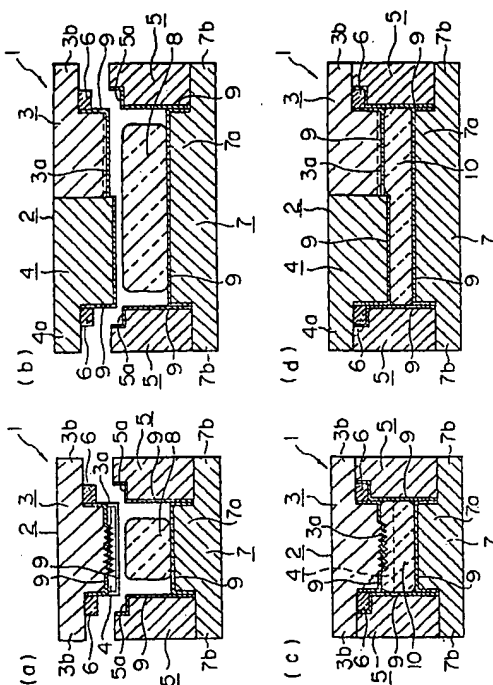
前記ファイバアレイと前記光ファイバアレイに固定された光ファイバに光学素子または光ファイバアレイを光接続する工程とを含む光モジュールの製造方法。

(111)

WO 97/15850

【図1】

図 1

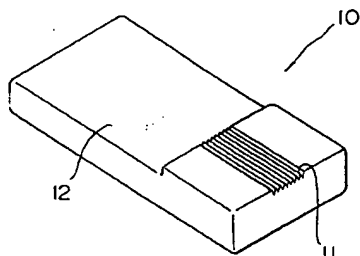


(112)

WO 97/15850

【図2】

図 2

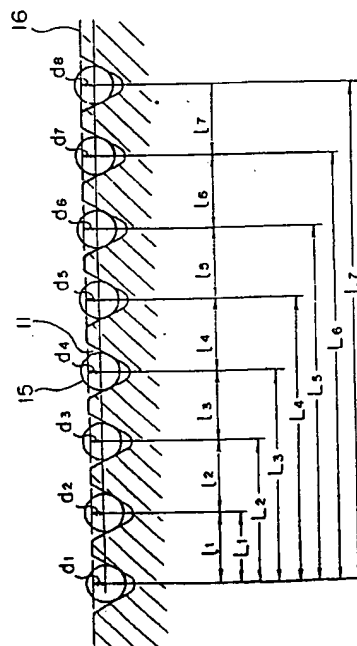


(113)

WO 97/15850

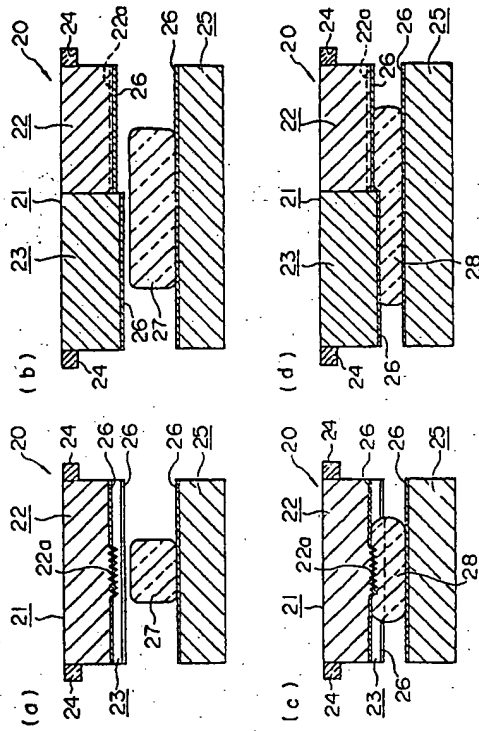
【図3】

図 3



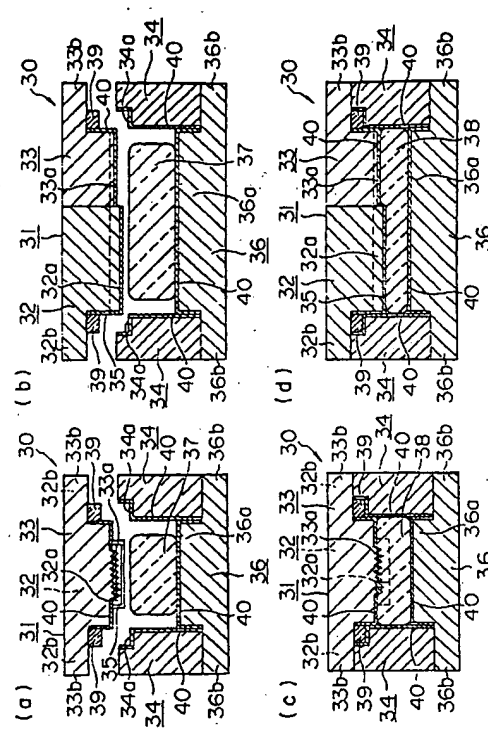
【图4】

第4图



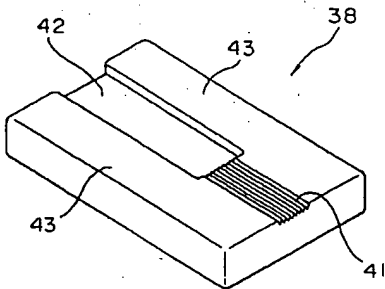
【图5】

第5图



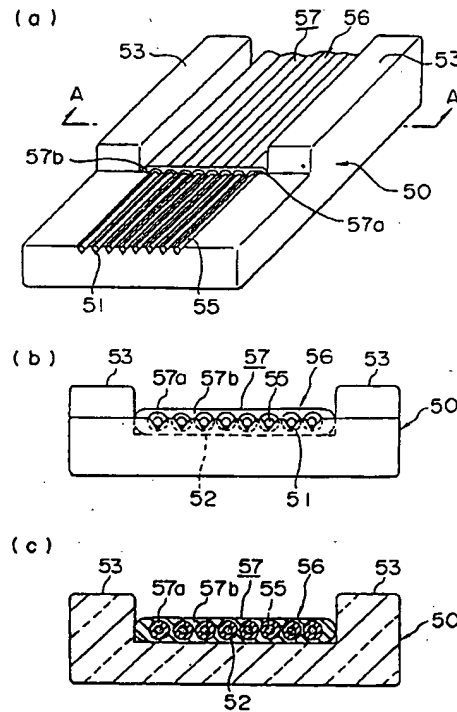
【图6】

第6图



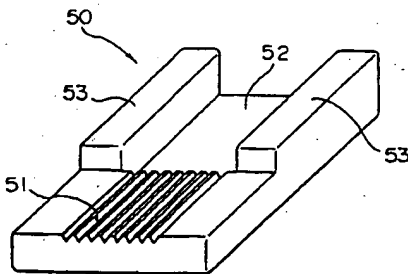
【图8】

第8图



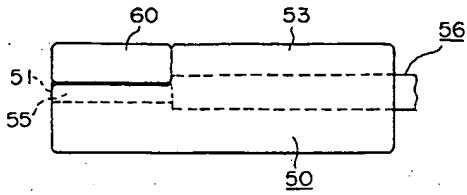
【图7】

第7图



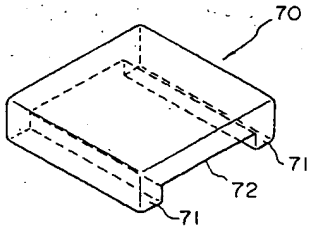
【図9】

第9図



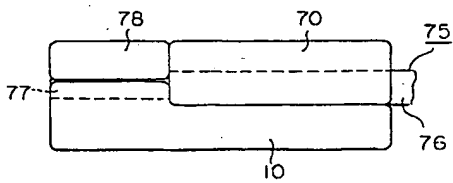
【図10】

第10図



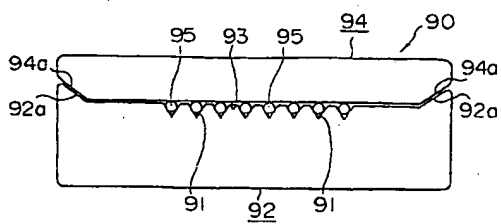
【図11】

第11図



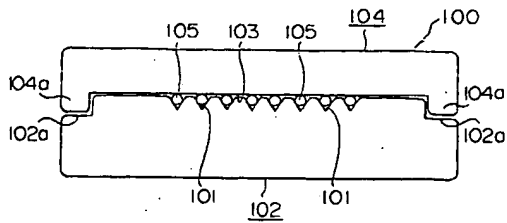
【図13】

第13図



【図14】

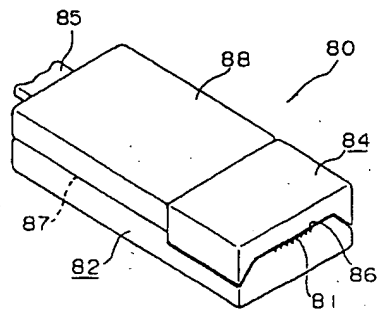
第14図



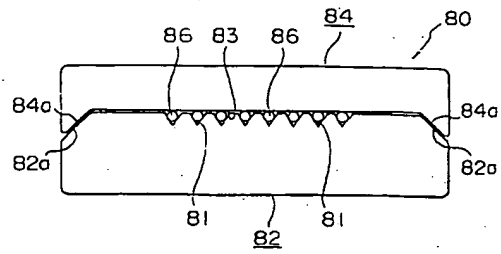
【図12】

第12図

(a)

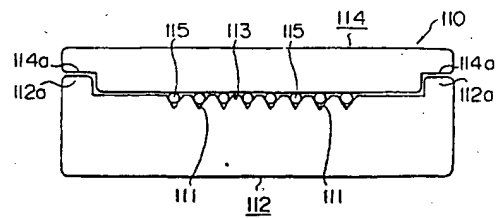


(b)



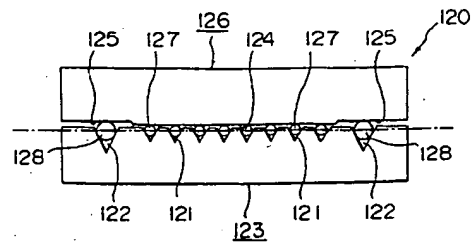
【図15】

第15図



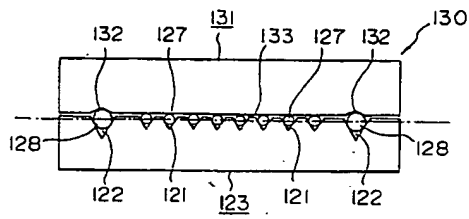
【図16】

第16図



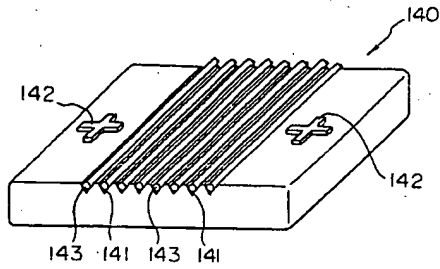
【图17】

第 1 7 图



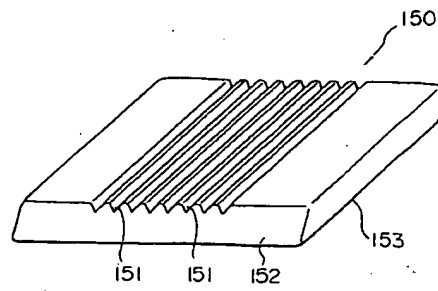
【图18】

第 1 8 图



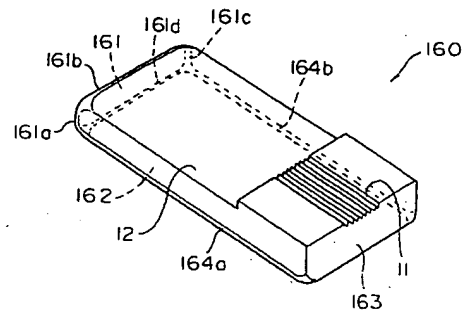
【图19】

第 1 9 图



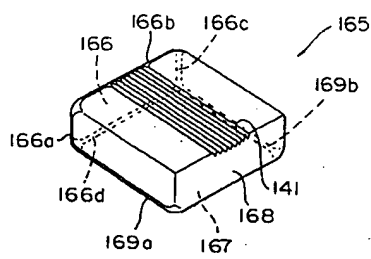
【图20】

第 2 0 图



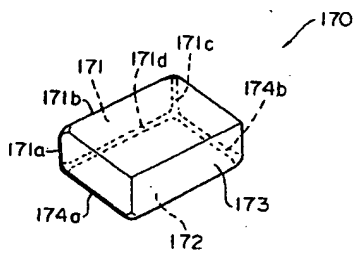
【图21】

第 2 1 图



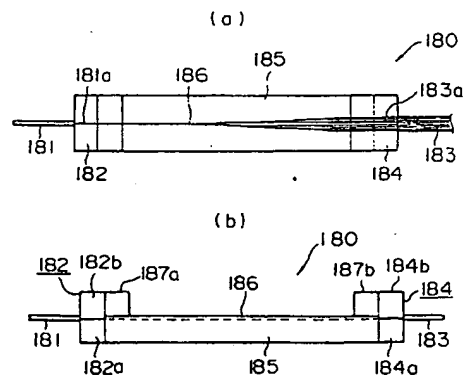
【图22】

第 2 2 图



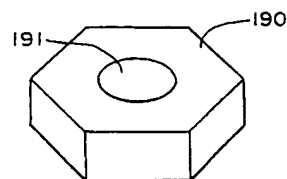
【图23】

第 2 3 图



【图24】

第 2 4 图

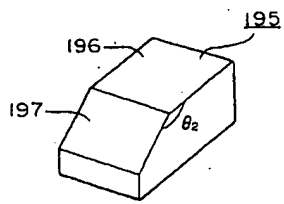


(126)

WO 97/15850

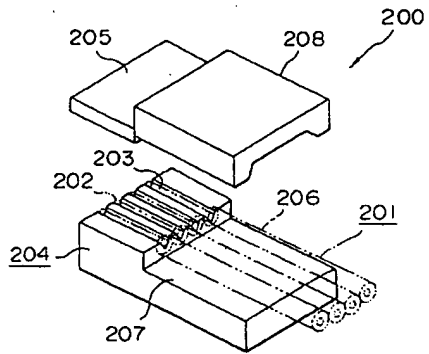
【图25】

第25图



【图26】

第26图

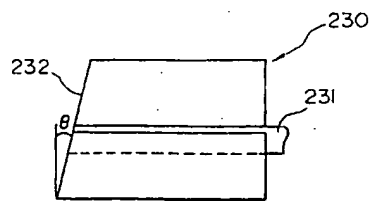


(128)

WO 97/15850

【图29】

第29图

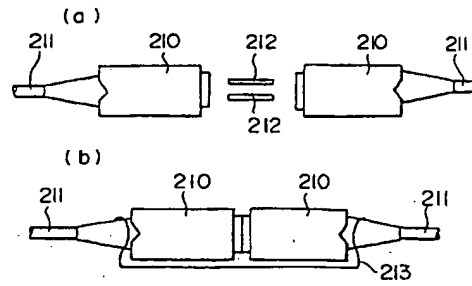


(127)

WO 97/15850

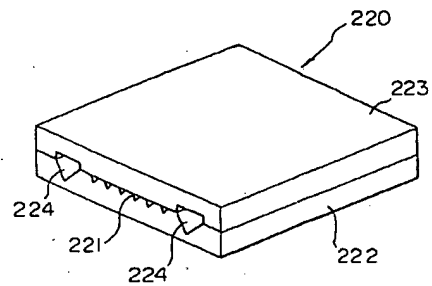
【图27】

第27图



【图28】

第28图



【国際調査報告】

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP96/03120	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))			
Int. Cl ⁴ G02B6/24, G02B6/40, C03B11/00, C03B37/15, C03C13/14			
B. 調査を行った分野			
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))			
Int. Cl ⁴ G02B6/24, G02B6/40, C03B11/00, C03B37/15, C03C13/14			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの			
日本国実用新案公報 1926-1997年			
日本国公開実用新案公報 1971-1995年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
- Y	JP, 62-226827, A (キヤノン株式会社) 05. 10月. 1987 (05. 10. 87), 第1頁特許請求の範囲2, 第2頁右欄7行-20行, 第1図 (ファミリーなし)	1-33, 35	
X		34	
Y	JP, 8-59281, A (ホーヤ株式会社) 05. 3月. 1996 (05. 03. 96) 第2頁 [請求項1] - [請求項5], 第4頁段落 [0025] - [0031] (ファミリーなし)	1-35	
Y	JP, 2-256009, A (住友電気工業株式会社外1名) 16. 10月. 1990 (16. 10. 90), 第1頁特許請求の範囲1, 第1頁右下欄下から7行-下か	1-35	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリ 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願			
の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 14. 01. 97		国際調査報告の発送日 28.01.97	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 大淵 純正 印 2k 7139 電話番号 03-3581-1101 内線 3255	

様式PCT/ISA/210 (第2ページ) (1992年7月)

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP96/03120

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
	ら2行, 第2図, 6図 (ファミリーなし)	
Y	JP, 4-336509, A (日本電信電話株式会社) 24. 11月, 1992 (24. 11. 92), 第2頁請求項1, 第1図 (ファミリーなし)	3
Y	JP, 6-94944, A (アルカテル, フィーブル, オプティック) 08. 4月, 1994 (08. 04. 94,) 第5頁段落 [0036] - [0038], 第1図-5図 (FR B1 2680879)	4, 18
Y	JP, 7-315860, A (株式会社オハラ), 05. 12月, 1995 (05. 12. 95), 第2頁 [請求項1] - [請求項3] (ファミリーなし)	7, 31-33, 35
Y	JP, 63-75063, U (ソニー株式会社) 19. 5月, 1988 (19. 05. 88), 第1頁, 第1図, 2図 (ファミリーなし)	12
Y	JP, 2-14839, A (ホーヤ株式会社) 18. 1月, 1990 (18. 01. 90), 第1頁特許請求の範囲, 第1頁右欄下から8行-下から2行, 第5頁左上欄1行-6行, 第5頁5行-7行, 第6頁左下欄5行-7行, 第3図-5図 (ファミリーなし)	21-29, 34

様式PCT/ISA/210 (第2ページの続き) (1992年7月)

フロントページの続き

- (72)発明者 山下 照夫
東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホー
ヤ株式会社内
- (72)発明者 広田 慎一郎
東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホー
ヤ株式会社内
- (72)発明者 横尾 芳篤
東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホー
ヤ株式会社内

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。

なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の結果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.